

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: ИШИТР Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Отделение школы (НОЦ): Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Разработка микроконтроллерной системы удаленного контроля переключающего устройства без возбуждения высоковольтного трансформатора УДК 004.771:621.316.544.1:621.314.21.027.3 |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------------|---------|------|
| 3-8В41 | Якубовский Александр Михайлович | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------|---------------------------|---------|------|
| Профессор ОИТ | Ким В.Л. | д.т.н., доцент | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН | Криницына З.В. | к.т.н., доцент | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ООД | Мезенцева И.Л. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| 09.03.01 Информатика и ВТ | Погребной А. В. | к.т.н., доцент | | |

**ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОСНОВНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ
09.03.01 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА», НИ ТПУ,
ПРОФИЛЬ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ, КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ
И СЕТИ»**

| Код результатов | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|-------------------------------------|---|
| <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| P1 | Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности. |
| P2 | Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий и решения инженерных задач. |
| P3 | Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей. |
| P4 | Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т.п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования. |
| P5 | Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем. |
| P6 | Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды. |
| <i>Универсальные компетенции</i> | |
| P7 | Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности. |
| P8 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности. |
| P9 | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации. |
| P10 | Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности. |
| P11 | Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии. |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШИТР Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

| |
|---------------------|
| Бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------------|
| 38В41 | Якубовский Александр Михайлович |

Тема работы:

| | |
|---|------------------------|
| Разработка микроконтроллерной системы удаленного контроля переключающего устройства без возбуждения высоковольтного трансформатора | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | От 11.03.2019 № 1799/с |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---------------------------------|--|
| Исходные данные к работе | 1. Устройство переключения без возбуждения 2. Расстояние передачи сигнала 20м 3. Передача сигнала по токовой петле 4..20мА 4. Микроконтроллер ATmega8 |
|---------------------------------|--|

| | |
|---|--|
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | 1. Обзор трансформаторов 2. Обзор ПБВ 3. Обзор технических решений 4. Разработка структурной схемы 5. Разработка функциональной схемы 6. Разработка принципиальной схемы 7. Разработка программного обеспечения 8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 9. Социальная ответственность |
| Перечень графического материала | Структурная схема, функциональная схема, принципиальные схемы, скриншот окна программы. |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Доцент отделения социально-гуманитарных наук Криницына З.В. |
| Социальная ответственность | Ассистент отделения общетехнических дисциплин Мезенцева И.Л. |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|---------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор ОИТ | Ким Валерий Львович | д.т.н., доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------------|---------|------|
| 38В41 | Якубовский Александр Михайлович | | |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШИТР Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Уровень образования Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 18.01.19 | Составление технического задания | 5 |
| 10.03.19 | Аналитический обзор | 15 |
| 15.04.19 | Разработка микроконтроллерного устройства | 35 |
| 20.05.19 | Разработка ПО | 20 |
| 30.05.19 | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 15 |
| 30.05.19 | Социальная ответственность | 10 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|---------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор ОИТ | Ким Валерий Львович | д.т.н., доцент | | |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------|---------|------|
| 09.03.01 Информатика и ВТ | Погребной Александр Владимирович | к.т.н., доцент | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------------|
| 3-8В41 | Якубовский Александр Михайлович |

| Школа | ИШИТР | Отделение школы (НОЦ) | Информационных технологий |
|---------------------|----------|---------------------------|---|
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Рассчитаны материальные затраты НИ, которые составили 3487,38 руб. Основная заработная плата исполнителей темы 193 276,6 руб. Затраты на электрическую энергию 430,92 руб. Отчисления во внебюджетные фонды (единый социальный налог) 57 982,99 руб. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | Работа с нормативными документами приведена на сайте consultant.ru |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Федеральный закон от 24.07.2009 N 212-ФЗ (ред. от 19.12.2016) "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования"; Общая система налогообложения (30% отчисления во внебюджетные фонды). |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|---|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Потенциальные потребители результатов исследования, анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований | Расчет материальных затрат НИ, основная заработная плата исполнителей, отчисления во внебюджетные фонды, прочие расходы, энергетические расходы, расчет амортизационных расходов. |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | Расчет показателя эффективности научного исследования |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Трудозатраты на выполнения проекта
2. Линейный график работ
3. Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа
4. Бюджет затрат по каждому исполнителю НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент отделения социально- гуманитарных наук | Криницына Зоя Васильевна | к.т.н., доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------------|---------|------|
| 3-8В41 | Якубовский Александр Михайлович | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|--------|---------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-8В41 | Якубовский Александр Михайлович |

| | | | |
|---------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|
| Школа | ИШИТР | Отделение (НОЦ) | Информационных технологий |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 09.03.01 «Информатика и ВТ» |

Тема ВКР: Разработка микроконтроллерной системы удаленного контроля переключающего устройства без возбуждения высоковольтного трансформатора

| | |
|---|--|
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объект исследования - микроконтроллерная система удаленного контроля. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | <ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. – ГОСТ Р 50923-96 «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения» – СанПиН-2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года). |
| 2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия | <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата; – превышение уровня шума; – отсутствие естественного или искусственного света; |
| 3. Экологическая безопасность: | <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Чрезвычайная ситуация техногенного характера – пожар. Установка общих правил поведения и эвакуации во время пожара |

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| ассистент ООТД | Мезенцева И.Л. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------------|---------|------|
| 3-8В41 | Якубовский Александр Михайлович | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит страниц 88, рисунков 12, таблиц 12, источника 12, приложений 6.

Ключевые слова: трансформатор, ПБВ, микроконтроллерное устройство, программирование.

Объектом исследования является система дистанционного контроля переключающего устройства без возбуждения высоковольтного трансформатора.

Цель работы – разработка микроконтроллерной системы удаленного контроля положения привода ПБВ.

В процессе исследования изучены способы управления трансформатором, проведен анализ существующих решений.

В результате исследования была разработана схема устройства для передачи входного уровня напряжения способом «токовая петля». Разработана структурная, функциональная и принципиальные схемы устройства контроля привода положения ПБВ, а так же алгоритм работы программы для устройства и программы ПК.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

- температура воздуха от -25 до +50°C;
- относительная влажность воздуха при температуре 20°C от 35 до 90 % без конденсации влаги;
- запыленность воздуха в помещении – не более 0,3 мг/м³ при размере частиц не более 3 мкм;
- частота вибрации должна быть не более 14 Гц при амплитуде смещений не более 0,5 мм;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа и отсутствие в воздухе помещений агрессивных веществ, вызывающих коррозию.
- напряжение питания 24±10% В, 5±10% В.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ПТК - программно-технический комплекс

ПК - персональный компьютер

КИПиА - контрольно-измерительные приборы и автоматика

ПО - программное обеспечение

ВЧ-помехи - высокочастотные помехи

ИУ - исполнительные устройства

ПБВ - переключение без возбуждения

МК - микроконтроллер

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 16 |
| ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ | 17 |
| ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ..... | 18 |
| 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР | 20 |
| 1.1 Трансформатор | 20 |
| 1.2 Трехобмоточный трансформатор..... | 23 |
| 1.3 Устройства регулирования напряжения без возбуждения (ПБВ) | 24 |
| 1.4 Основные технические требования к устройствам ПБВ | 26 |
| 2 ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА | 28 |
| 3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ ПБВ..... | 29 |
| 3.1 Разработка структурной и функциональной схемы | 29 |
| 3.2 Обзор комплектующих | 30 |
| 3.2.1 Интерфейс «токовая петля»..... | 30 |
| 3.2.2 Преобразователь USB-UART | 33 |
| 3.2.3 Магниточувствительный датчики..... | 34 |
| 3.2.4 Микроконтроллер | 35 |
| 3.3 Разработка преобразователя сопротивления в ток..... | 36 |
| 3.4 Разработка принципиальной электрической схемы устройства..... | 37 |
| 4 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ | 38 |
| 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ | 43 |
| 5.1 Организация и планирование работ | 43 |
| 5.2 Продолжительность этапов работ..... | 45 |
| 5.3 Расчет накопления готовности проекта | 50 |
| 5.4 Расчет сметы затрат на выполнение проекта..... | 51 |
| 5.5 Расчет затрат на материалы | 51 |
| 5.6 Расчет заработной платы | 53 |
| 5.7 Расчет затрат на социальный налог | 54 |
| 5.8 Расчет затрат на электроэнергию..... | 55 |
| 5.9 Расчет амортизационных расходов..... | 56 |
| 5.10 Расчет накладных расходов..... | 57 |
| 5.11 Расчет общей себестоимости разработки..... | 57 |
| 5.12 Расчет прибыли..... | 58 |
| 5.13 Расчет НДС..... | 58 |
| 5.14 Цена разработки НИР..... | 59 |
| 5.15 Оценка экономической эффективности проекта..... | 59 |
| 6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ | 60 |
| 6.1 Введение..... | 60 |
| 6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 60 |
| 6.3 Производственная безопасность | 62 |
| 6.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов..... | 63 |
| 6.4.1 Микроклимат в помещениях, оборудованных компьютерами..... | 63 |
| 6.4.2 Уровень шума в помещениях, оборудованных компьютерами..... | 65 |
| 6.4.3 Отсутствие или недостаток света в помещениях, оборудованных компьютерами | 67 |
| 6.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего) | 68 |
| 6.6 Экологическая безопасность | 69 |
| 6.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 69 |
| 6.7.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований | 69 |

| | |
|---|----|
| 6.7.2 Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС..... | 69 |
| 6.7.3 Разработка действий в случае возникновения ЧС..... | 70 |
| 6.8 Заключение..... | 70 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 71 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 72 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 74 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б | 75 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В..... | 76 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г | 77 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д..... | 78 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е..... | 83 |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШИТР Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность) 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель проекта,
доктор технических наук
Профессор отделения
информационных технологий

_____ Ким В. Л.

«__» _____ 2019г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на разработку

«Микроконтроллерной системы удаленного контроля переключающего устройства без возбуждения высоковольтного трансформатора»

Исполнитель
Студент группы З-8В41
Якубовский А.М.

Наименование разработки

Микроконтроллерная система удаленного контроля переключающего устройства без возбуждения высоковольтного трансформатора.

Краткая характеристика области применения

Система позволяет определять положение переключающего устройства без возбуждения (ПБВ) высоковольтного силового трансформатора, питающего электрофизическую установку Токамак КТМ. Сигналы о трех положениях ПБВ передаются на расстоянии до 20 метров по токовой петле 4..20мА в микроконтроллерную систему.

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа выполнена в рамках проекта с институтом атомной энергии Национального исследовательского ядерного центра республики Казахстан, расположенного в г. Курчатов. На площадке которого расположен высоковольтный трансформатор, предназначенный для питания электрофизической установки Токамак КТМ.

На текущий момент широко востребованным электротехническим устройством является силовые высоковольтные трансформаторы, напряжения, и номинальные мощности которых варьируются в широких пределах от 10кВт до 100МВт при напряжении от 6кВ до 1500кВ.

Для питания обмоток Токамак используется трехобмоточный трансформатор типа ТДНП-12500/10 У1. Напряжение первичной обмотки – 10 кВ, напряжение вторичной – 1 кВ.

В ходе работы было проведено исследование передачи данных способом «токовая петля». Разработано микроконтроллерное устройство, которое после его внедрения на устройство ПБВ упростит и ускорит часть работы связанную с переключением обмоток силового трансформатора.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В [1-4] рассматриваются проблемы эксплуатации и конструктивные особенности высоковольтных силовых трансформаторов, силового коммутационного оборудования и устройства автоматического управления ими. Схемы работы устройств переключения трансформаторов под нагрузкой и переключение без возбуждения. Рассмотрены вопросы предъявляемых требований и износостойкости связанного с ними коммутационного оборудования.

В [5] включен синтаксис и приемы программирования на языках С и С++

В [6] подробно рассмотрена архитектура AVR, предоставлены примеры схем проектирования. Подробно рассмотрены логика работы микроконтроллеров этой архитектуры. Основное внимание в работе уделено микроконтроллерам Atmel ATmega.

В [7-10] приведена полная спецификация используемых в работе микроконтроллеров и микросхем, варианты ее подключения и режимы работы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Система контроля положения устройства переключения без возбуждения (ПБВ) высоковольтного трансформатора должна предоставлять оператору актуальную и достоверную информацию о количестве подключенных обмоток трансформатора.

Комплекс технических средств

Для передачи информации от устройства ПБВ в качестве датчиков используются магниточувствительные датчики. Для защиты сигнала от помех используется устройство «токовой петли». В качестве устройства приема и конвертации его в цифровую форму используется микроконтроллерное (МК) устройство, которое сигнал на персональный компьютер (ПК). На ПК программа интерпретирует полученные данные и выводит информацию в главное окно программы в виде схем подключенных фаз трансформатора.

Входные сигналы

Источниками аналоговых сигналов в Системе являются магниточувствительные датчики, которые непрерывно фиксируют положение диска переключения устройства ПБВ. Сигнал обрабатывается устройством «токовой петли» и передается в виде токового сигнала 4..20мА.

Выходные сигналы

Цифровой сигнал формируется МК и передается на ПК в логического сигнала 0..1.

Требования к программному обеспечению

Для реализации функций системы контроля программное обеспечение (ПО) должно включать в себя программу МК и программу интерпретатор на ПК.

Требования к конструктивному исполнению

Оборудование системы сбора и передачи данных должно быть размещено в шкафах с классом защиты не ниже IP21.

Требования к надежности

- наработка на отказ не менее 5 лет;
- максимальная вероятность безотказной работы;
- максимальный коэффициент готовности.

Требования к условиям эксплуатации

- температура воздуха от -25 до 50°C;
- относительная влажность воздуха при температуре 20°C от 35 до 90 % без конденсации влаги;
- запыленность воздуха в помещении – не более 0,3 мг/м³ при размере частиц не более 3 мкм;
- частота вибрации должна быть не более 14 Гц при амплитуде смещений не более 0,5 мм;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа и отсутствие в воздухе помещений агрессивных веществ, вызывающих коррозию.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

1.1 Трансформатор

Трансформатор – это преобразователь тока одного напряжения в другое. В состав его конструкции входят: магнитопроводящий сердечник и несколько обмоток на нем. При преобразовании тока частота не изменяется. Эти аппараты находят применение в распределении и передачи энергии.

Трансформаторы различают по числу фаз, обмоток и способу охлаждения (воздушное или масляное). Массово используют силовые трансформаторы, задача которых повышение или понижение напряжения в электрических цепях.

Схема однофазного трансформатора с двумя обмотками представлена на рисунке 1.1.

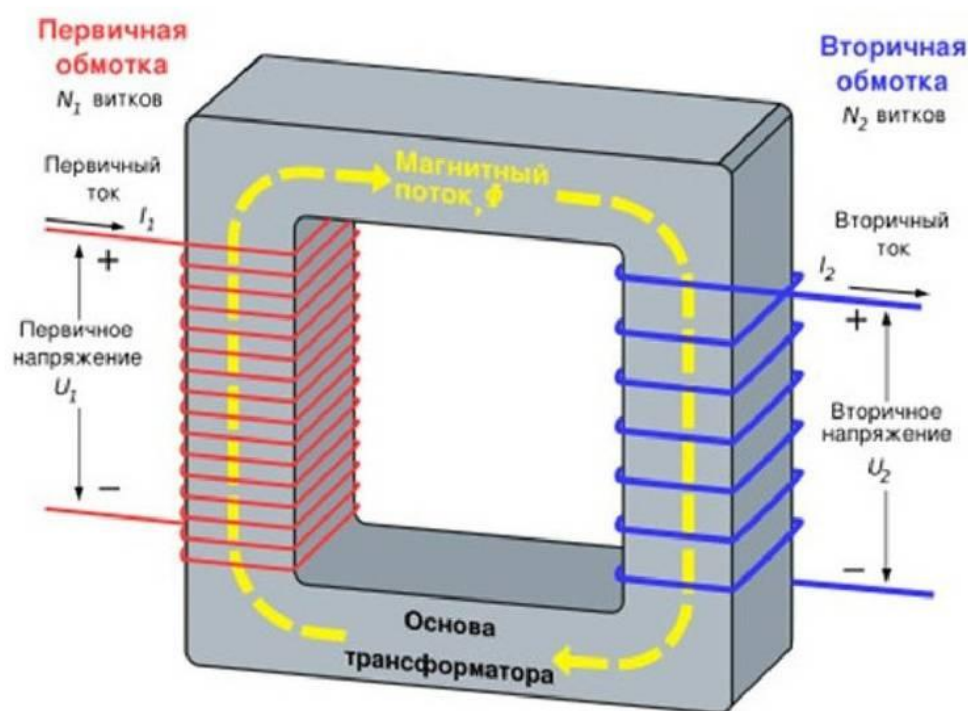


Рисунок 1.1 – Структурная схема трансформатора с одной фазой

На схеме изображены основные части: ферромагнитный сердечник и две обмотки на нем. Первая обмотка и величины к ней относящиеся называют первичными, вторую обмотку и соответствующие величины - вторичными.

Первичную обмотку включают в сеть с переменным напряжением, её намагничивающая сила $i_1 N_1$ создает в сердечнике переменный магнитный поток Φ , который сцеплен с обеими обмотками и в них индуцирует ЭДС:

$$e_1 = -N_1 d\Phi/dt, \quad (1.1)$$

где e – ЭДС, В;

f - циклическая частота, Гц;

dt – время, с.

При синусоидальном изменении магнитного потока $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$, ЭДС равно:

$$e = E_m \sin (\omega t - \pi/2), \quad (1.2)$$

Для того чтобы посчитать действующее значение ЭДС нужно воспользоваться формулой:

$$E = 4.44 * f * N \Phi_m, \quad (1.3)$$

где N - количество витков, ед.;

Φ_m - амплитуда магнитного потока, Вб.

ЭДС в одной обмотке можно рассчитать поменяв в формуле число витков.

Из этих формул следует, что ЭДС отстает от магнитного потока на четверть периода. Отношение ЭДС в обмотках равно отношению чисел витков $E_1/E_2 = N_1/N_2$.

Если вторая обмотка без нагрузки, то трансформатор находится в режиме холостого хода. Тогда $i_2 = 0$, а $u_2 = E_2$, ток i_1 мал и мало падение напряжения в первичной обмотке, следовательно, $u_1 \approx E_1$ и отношение ЭДС можно заменить отношением напряжений $u_1/u_2 = n_1/n_2 = E_1/E_2 = k$. Из этого следует вывод, что вторичное напряжение может быть меньше или больше первичного, в зависимости от отношения чисел витков обмоток. Отношение первичного напряжения к вторичному при холостом ходе трансформатора называется коэффициентом трансформации k .

Когда вторичная обмотка будет подключена к нагрузке, в цепи возникает ток i_2 , произойдет передача энергии от трансформатора к нагрузке.

Передача энергии в самом трансформаторе происходит благодаря магнитному потоку Φ .

Мощности входа и выхода примерно равны, благодаря тому что КПД трансформаторов очень высок. Формула расчета КПД это отношение активных мощностей на входе и выходе:

$$\eta = P_2/P_1, \quad (1.4)$$

где η - КПД, %;

P_1 - входная мощность, Вт;

P_2 – выходная мощность, Вт.

Магнитопровод представляет из себя деталь главная задача, которой проведения магнитного потока. Они различаются конструктивно на ленточные, пластинчатые и формованные. Ленточные и пластинчатые перед сборкой лакируют специальным изолирующим лаком.

По типу конструкции различают стержневой (Г-образный) и броневой (Ш-образный) магнитопроводы.

Стержневой трансформатор состоит из двух стержней, на которых находятся обмотки и ярма, которое соединяет стержни, из чего проистекает его название. Такие трансформаторы применяются более широко, чем трансформаторы другого типа.



Рисунок 1.2 – Стержневой трансформатор

Броневой трансформатор представляет собой ядро внутри, которого заключается стержень с обмоткой. Ядро «защищает» стержень, поэтому трансформатор называется броневым.

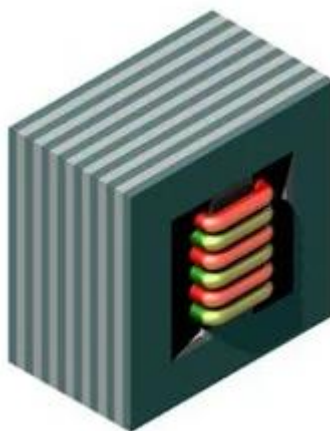


Рисунок 1.3 – Броневой трансформатор

Для силовых трансформаторов в качестве изоляции обмоток используют кабельную бумагу и хлопчатобумажную пряжу. Виды креплений напрямую зависят от конструкции обмотки и используемого изолятора. Требования предъявляемые к обмоткам трансформаторов: прочность, эластичность, дешевыми в изготовлении, конструктивно простыми и обладать низкими потерями энергии.

1.2 Трехобмоточный трансформатор

Когда есть задача получать несколько напряжений, можно взамен группы двухобмоточных трансформаторов с разными коэффициентами трансформации использовать один многообмоточный трансформатор. Это позволяет удешевить и упростить трансформаторные подстанции. Процессы которые происходящие в двухобмоточных трансформаторах, можно обобщить и вывести общие уравнения, описывающие процессы, происходящие в многообмоточном трансформаторе.

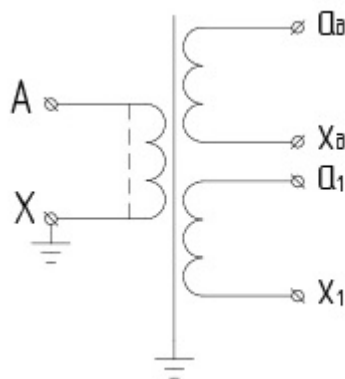


Рисунок 1.4 – Трехобмоточный трансформатор

Первичная обмотка трансформатора является намагничивающей и создает в магнитопроводе магнитный поток, который проходит через две вторичные обмотки и наводит в них ЭДС.

1.3 Устройства регулирования напряжения без возбуждения (ПБВ)

Это регулирование рассчитано, что все переключения будут проводиться на трансформаторах, обмотки которых полностью отключены от источников энергии. Это и дало название данному способу переключения без возбуждения. Для трансформаторов, которые производят питание только одного потребителя более чем достаточно отключить его только от питающей электрической сети. В других случаях отключение должно быть проведено коммутационными аппаратами от всех подключенных электрических сетей. В состав устройства входят привод и избиратель. Привод может быть как механическим, так и электрическим.

Устройства ПБВ для трансформаторов общего назначения в большинстве случаев выполнены с ручным приводом, который представлен рукояткой на крышке силового трансформатора. Сам привод оборудован фиксаторами, которые блокируют его во всех рабочих положениях. Так же механизм снабжен электрическим датчиком, который проводит блокировку подключения к электрическим сетям, пока переключение не будет завершено. Количество рабочих положений устройства ПБВ на таких трансформаторах редко превышает число 5, а диапазон регулировки 5%.

Порядок переключения состоит из: отключения трансформатора коммутационным оборудованием от все электрических сетей, отмыкания фиксатора, переключение устройства с помощью рукоятки на нужное количество обмоток, замкнуть фиксатор. Далее на трансформатор можно подавать питание электрической сети.

Таким образом, из-за необходимости в полном отключении трансформатора и наличии оператора непосредственно у устройства ПБВ переключения нельзя делать часто. Рассмотрим варианты, в которых данное устройство все же находит место применения.

Трансформаторная установка, которой необходимы разные уровни напряжения в различные периоды времени (больше одного дня), такое применение носит название «сезонного».

Тогда когда необходимо создать запас мощности в расчете на увеличении нагрузки в будущем. Таким образом, в текущий момент времени трансформатор будет работать при среднем напряжении на более малой нагрузке. Когда нагрузка изменится, можно будет провести переключение, и нет необходимости в замене трансформатора. Данный способ регулирования называют «адаптивным». Устройство ПБВ такой конструкции применяют в трансформаторах средней, реже малой мощности.

Существует другой способ использования устройств ПБВ, тех что установлены в силовых трансформаторах промышленных электроустановок. При такой установки устройство ПБВ оснащается электрическим приводом с дистанционным управлением. Так же используются переключатели нагрузки с высокой скоростью реакции и повышенной устойчивостью к износу. Так же на приводе и переключателе присутствует электрическая блокировка, которая активна в момент переключения устройства ПБВ, и при наличии нагрузки на трансформаторе. Количество положений избирателя может достигать 12, а регулировка по напряжения 20%. Такая конструкция находит свое применение в случаях, если потребитель позволяет проводить короткие отключения электропитания. Возможен выигрыш в стоимости и сложности устройства.

На рис. 1.5 можно рассмотреть различные схемы регулирования ПБВ. Вариант а) и б) это одиночные подвижные контакты, которые производят переключения по неподвижным контактам. Вариант в) представлен замыкатель, который соединяет разные ответвления обмоток.

Переключение и расположение регулировочных ответвлений должно быть таким, чтобы при отключении части витков обмотки, не происходило значительного возрастания поперечного магнитного поля, вызывающего снижение электродинамической прочности обмотки.

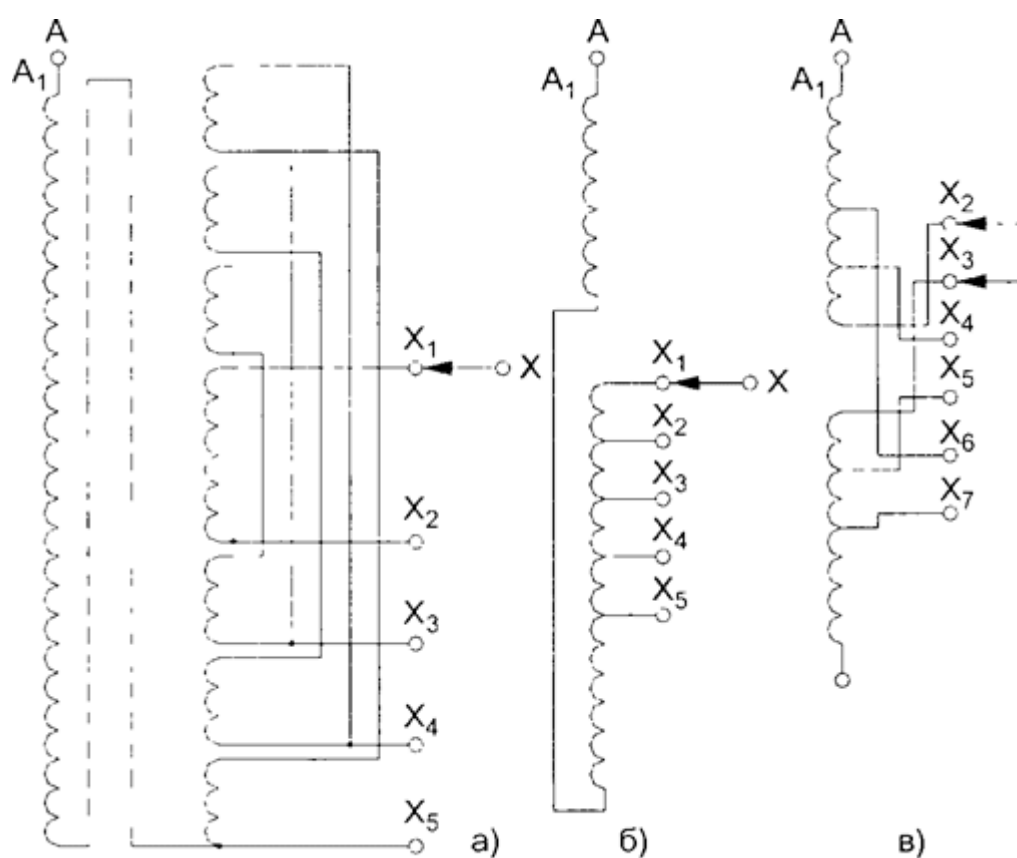


Рисунок 1.5 – Схемы переключения без возбуждения (ПБВ)

1.4 Основные технические требования к устройствам ПБВ

Прохождение тока с течением времени вызывает нагрев контактов, токоведущих шин и других проводящих частей, в связи с чем необходимо, чтобы их температура всегда находилась в допустимых пределах изоляции.

При нахождении частей без серебряного покрытия в трансформаторном масле их температура не может превышать температуру масла более 20 °С. Потому к допускам по температуре контактов и токоведущих частей являются более высокими в сравнении с другим коммутационным оборудованием. Температура масла, в которых могут работать переключающие устройства, достигает 100 °С.

Таким образом, требования к допустимому нагреву контактов этих устройств являются значительно более жесткими, чем соответствующие требования для других коммутационных аппаратов, так как трансформаторные переключающие устройства работают в горячем масле (при температуре до 100°С). Более значительный нагрев контактов может привести к ухудшению состояния контактных поверхностей вследствие загрязнения продуктами разложения масла. При коротком замыкании коммутирующие устройства обязаны выдерживать токи, превосходящие номинальный до 20 раз.

При эксплуатации устройство ПБВ для трансформаторов общего назначения должны выдерживать более 1000 переключений. А запас прочности устройств ПБВ оснащенных электрическим приводом для промышленных высоковольтных трансформаторов обычно превосходит 100000 переключений. Так же важным моментом для ПБВ ресурсом переключений около 1000 является требования к качеству и материалам контактов. При длительной работе в одном положении возможна сварка контактов и нарушении работы устройства в целом. Не следует забывать о требования к качеству изоляторов и изоляционных материалов, они обязаны быть способны пройти испытания трансформаторов. Для каждого изоляционного промежутка проводят расчеты импульсных воздействий, в результате получая испытательные напряжения. Либо проводят реальные замеры на трансформаторах, куда планируют установить ПБВ.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА

Проведя исследование рынка на предмет готовых проектных решений, устройства контроля переключения ПВВ не были найдены.

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ ПБВ

3.1 Разработка структурной и функциональной схемы

Структурная схема представлена в виде простейшего макета. При вращении диска устройства ПБВ магниты замыкают магниточувствительные аналоговые датчики следующим образом:

- положение 1 – замкнут датчик 1, датчик 2 разомкнут
- положение 2 – датчик 1 разомкнут, датчик 2 разомкнут
- положение 3 – датчик 1 разомкнут, датчик 2 замкнут

Данная информация поступает на МК, а от него на ПК.

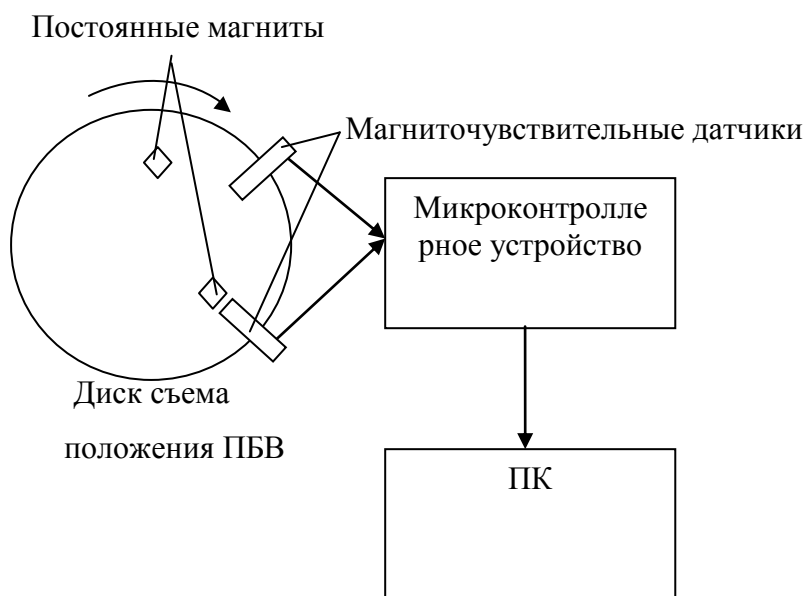


Рисунок 3.1.1 - Структурная схема устройства

Основная идея устройства заключается в том, чтобы с помощью преобразователя напряжение в ток 4-20мА можно было передавать напряжение на расстояние 20м с минимальными его потерями и повышенной помехозащищенностью. Это необходимо для того, чтобы понимать, в каком положении переключения находится привод ПБВ в текущий момент времени. Преобразовав напряжение в ток, можно передать его по каналу связи с минимальными потерями и искажениями сигнала. После процесса передачи

необходимо выполнить обратное преобразование, которое осуществляется с помощью резисторов. Положение фиксируется магниточувствительными аналоговыми датчиками. После преобразования напряжения приходящего на входы МК в логический сигнал, он через преобразователь USB-UART передается на ПК, где обрабатывается приложение верхнего и предоставляет информацию в виде схемы подключения обмоток.

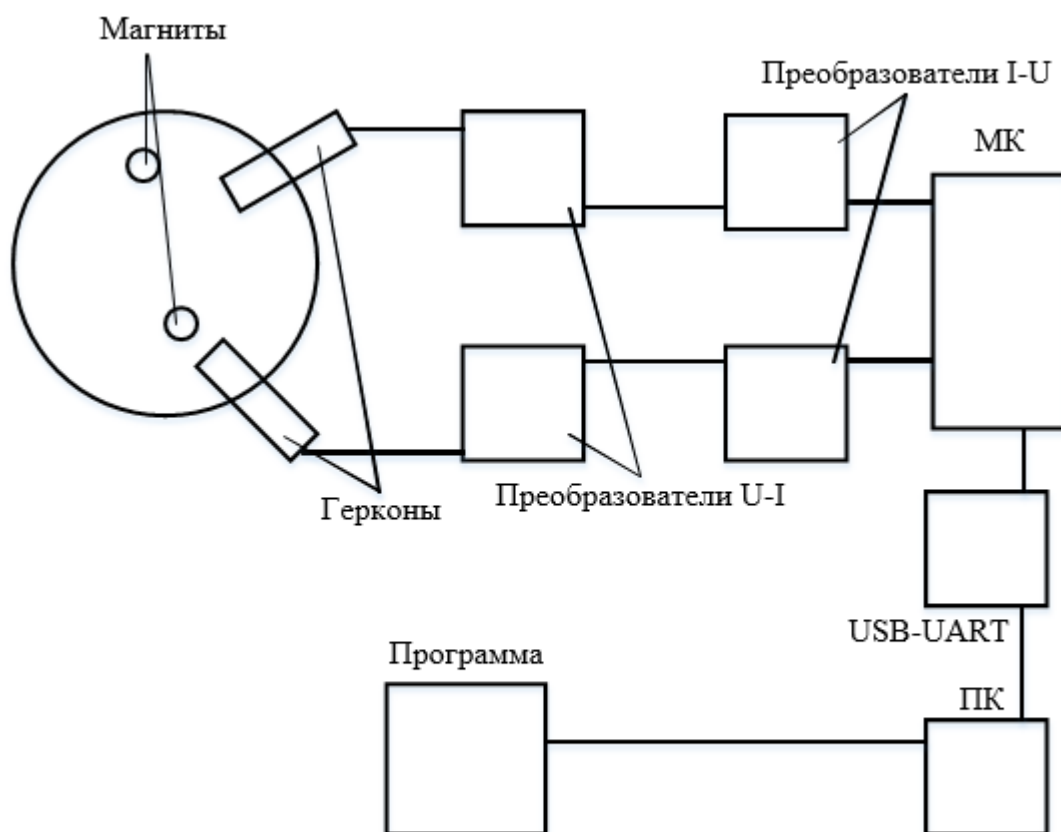


Рисунок 3.1.2 - Функциональная схема устройства

3.2 Обзор комплектующих

3.2.1 Интерфейс «токовая петля»

Начало использования «токовой петли» берет в далекие 1950-е годы XX века. Тогда она была представлена в вариант 60мА. Позже в 1962 году начал получать распространение вариант с током 20 мА (телетайпы). Начиная с

1980-х, свет увидел вариант «токовой петли» с токами 4..20мА, его стали массово применять в самых различных приборах, датчиках и автоматах которые выдвигали требования передачи помехозащитного сигнала. После появления стандарта на интерфейс RS-485 в 1983 году распространение «токовой петли» приостановилось и ее популярность начала неуклонно снижаться. На текущий момент ее применение в новых приборах и аппаратах очень редко.

При передаче сигнала с помощью «токовой петли» используется не привычное напряжение (как в RS-485), а источник тока. Ток из источника тока никак не зависит от параметров нагрузки. Следовательно, нет зависимости от сопротивления передающего кабеля, сопротивления нагрузки, индуктивных помех и напряжения питания используемого источника тока. Единственное что может на него воздействовать это утечки в передающем кабеле, но величина незначительна.

Данное качество основное и определяющее варианты использования и применения «токовой петли». Но емкостная наводка ЭДС которой приложена параллельна источнику тока не подвержена затуханию в токовой петле, решением является использование экрана.

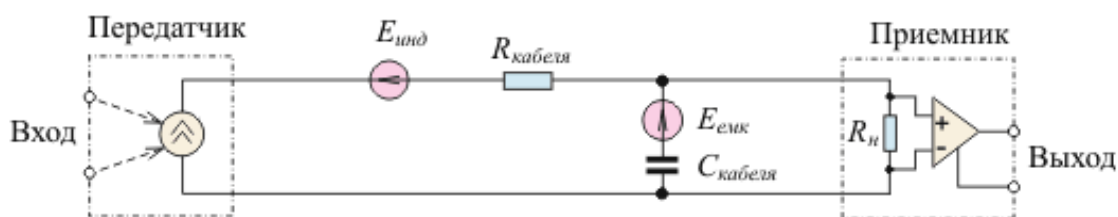


Рисунок 3.2.1.1 – Принцип действия «токовой петли»

В качестве передающего кабеля часто выступает сигнальный экранированный провод, который при использовании дифференциального приемника ослабляет индуктивные помехи. У приемника ток можно преобразовать в напряжение с помощью подобранных резисторов. Так при токе в 20мА используя резистор 250 Ом получают напряжение 5В.

Самым явным недостатком данного интерфейса является скорость его быстроедействия. Оно ограничено скоростью заряда емкости кабеля источником тока. При типовой емкости метра кабеля 70пФ, расстоянии 1км она достигнет величины 70нФ. Время на заряд такой емкости при источнике тока 20мА до уровня напряжения в 5В равно 18мкс, это эквивалентно скорости передачи в 9кбит/с.

Менее явный недостаток «токовой петли», который тормозит ее распространение, это элементарное отсутствие стандарта на конструкции соединителей и электрические параметры. Де-факто принятыми являются токовые диапазоны 0...20мА и 4...20мА. Очень редко можно встретить устройство работающие в диапазоне 0...60мА. В новых разработка настоятельно рекомендуется использование диапазона 4...20 мА, как единственного который позволяет зафиксировать обрыв сигнального кабеля.

Существует два вида «токовой петли»: аналоговая и цифровая.

Аналоговая версия применяется для передачи информации от датчиков к контроллеру либо от котроллера к исполнительным приборам. Первое преимущество, которое предоставляет аналоговая «токовая петля» диапазон измеряемой величины приводится к стандартному и это дает возможность обеспечить широкую взаимозаменяемость компонентов. Второе преимущество заключается в возможности передачи сигнала на продолжительные расстояния с точность равной $\pm 0,05\%$. Третье преимущество, негласный стандарт «токовой петли» осуществляют почти все производители промышленной автоматизации.

При диапазоне 4...20мА логический ноль равен 4мА. Благодаря чему всегда можно про диагностировать целостность сигнального кабеля на обрыв, в отличии от диапазона 0...20мА. При котором обрыв кабеля и логический ноль представлены 0мА. Дополнительное положительное качество диапазона 4...20мА возможно запитать энергией датчик прямо от «токовой петли».

Схема с операционным усилителем предоставляет возможность проводить калибровку передатчика без подключения приемника из-за очень малой погрешности. Как пример рассмотрим, передатчик NL-4АО

произведенный Reallab, в нем присутствуют 4 канала вывода аналоговых сигналов, настраиваемый диапазон 0...20мА или 4...20мА, а так же гальваническую развязку. Он предназначен в первую очередь для передачи сигналов в последовательности ПК – устройство исполнения. Связь с ПК осуществляется встроенного в устройство МК, который осуществляет взаимодействие по интерфейсу RS-485. В его возможности входит так же выполнять команды от ПК и компенсировать погрешности коэффициентами, которые он может получить при калибровке источника тока. Эти данные хранятся в ПЗУ устройства. Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) имеет четыре канала передачи, благодаря чему устройство легко преобразовывает до 4-х сигналов к аналоговому виду одновременно.

Цифровая версия «токовой петли» чаще представлена в диапазоне 0...20мА, так как ее реализация заметно проще варианта с диапазоном 0...24мА. В этой версии есть возможность использовать источники тока низкой точности. Из-за того что при цифровой передаче логические уровни не зависят от точности источника тока.

Цифровая и аналоговая «цифровые петли» имеют возможность передавать информацию множеству приемников одновременно. Согласование длины линии между отправителем и получателем не требуется по причине низкой скорости передачи.

3.2.2 Преобразователь USB-UART

В настоящий момент времени очень сложно найти новую материнскую плату в состав, который бы входил COM-порт. Решение это USB-UART преобразователи, которые позволяют проводить обмен данными между ПК и устройством. МК для взаимодействия с микросхемой использует

Для большей части задач, использующих обмен данными между компьютером и устройством управления, отладки, передачи небольших объёмов данных применяются простые и удобные USB-UART преобразователи.

Микроконтроллер общается с микросхемой по протоколу UART, который подключается к ПК через разъем USB. ПК распознает такое подключение как виртуальный COM-порт.

Микросхема FT232R от FTDI зарекомендовала себя как надежная и производительная, не нуждается в дополнительных драйверах при подключении к ПК, обладает следующими характеристиками:

- Скорость передачи данных по UART от 0,3 до 3Мбит/сек
- Буфер чтения 256 байт
- Буфер записи 128 байт
- Поддержка USB 2.0 на скорости 12Мбит/сек
- Встроенный стабилизатор питания 3.3В 100мА
- Поддерживаемые ОС Windows 8/7/Vista/Server 2003/XP/2000, Windows CE, Mac OS-X/OS-9, Linux, Android

3.2.3 Магниточувствительный датчики

Критерием выбора датчика выступали помехозащищенность, отказоустойчивость и длительность периода эксплуатации. Оптические датчики не возможно использовать из-за изменяемой освещенности и запыления в месте расположения устройства ПБВ. Датчики Холла не всегда надежно работают в мощном электромагнитном поле создаваемым высоковольтным трансформатором. Выбор был остановлен на аналоговых магнитных датчиках – герконах.

Магниточувствительный датчик MS AC2A-43-S4 имеет цилиндрический резьбовой корпус с размерами M12x1x71 из сплава алюминия. Его характеристики:

- Частота переключения 50 Гц
- Степень защиты по ГОСТ 14254-96 IP67
- Коммутируемое напряжение 0,05...60 В

- Максимальная мощность 30 Вт DC / 7,5 Вт AC
- Диапазон рабочих температур -25°C...+75°C
- Рабочий ток $5 \times 10^{-6} \dots 1$ А DC / $5 \times 10^{-6} \dots 0,25$ А AC

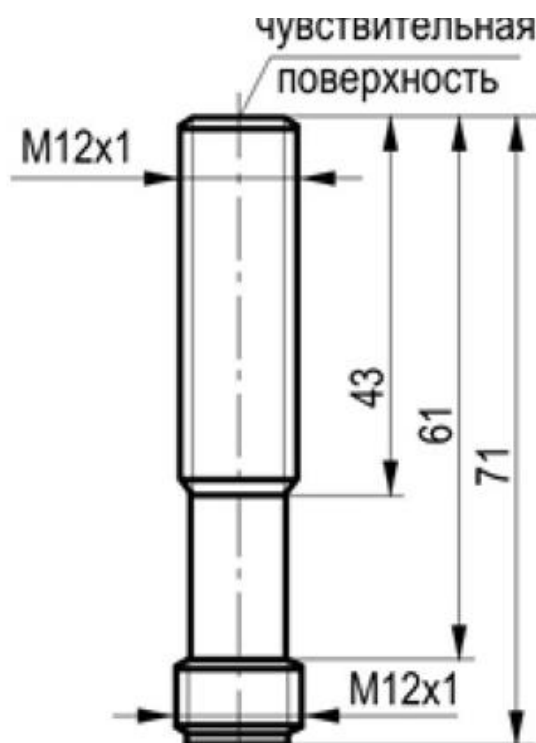


Рисунок 3.2.3.1 – Габаритная схема MS AC2A-43-S4

3.2.4 Микроконтроллер

Микроконтроллер ATmega8 был взят из исходных данных работы.

Это CMOS МК, 8-разрядный, построен AVR-архитектуре RISC, выполняет одну полную инструкцию за такт, способен достигнуть производительности 1 MIPS на МГц, что является оптимальным соотношения производительности к потребляемой энергии.

Технические параметры:

- Память для программ 8 Кб
- 512 байт флеш-памяти для хранения переменных
- 1 Кб ОЗУ и 32 регистра общего назначения
- Два 8-разрядных Таймера/Счетчика с отдельным прескалером, режим сравнения

- 16-разрядный Таймер/Счетчик с отдельным прескалером, режим сравнения, режим захвата
- Таймер реального времени с независимым генератором
- 3 канала ШИМ
- 6 каналов 10-разрядного АЦП
- Двухпроводный последовательный интерфейс
- Программируемый последовательный USART
- Сброс при включении питания, программируемая защита от провалов питания
- Встроенный калиброванный RC-генератор
- Обработка внутренних и внешних прерываний
- Напряжение питания 4.5 - 5.5В
- Тактовая частота 0-16 МГц

3.3 Разработка преобразователя сопротивления в ток

Для интерфейса «токовой петли» было принято решение о самостоятельной разработке устройства преобразования напряжения в ток. Принципиальная схема представлена в Приложении А. Перечень элементов, используемых в данной схеме, представлен в Приложении Б.

Принцип работы заключается в следующем. Генератор тока LM317 подключен по схеме из LM317AEMP/NOPB datasheet [10], выходное напряжение равное 1,25 В можно регулировать изменяя номинал резистора R8. Ток, протекая через резистор R_{вх} (подключаемый к входам схемы 1,5) передает тоже выходное напряжение на вход U_{in} микросхемы XTR111. Микросхема преобразования напряжения в ток, настроена на преобразование 0-5В с 4-20мА. Подключение описано в XTR111AIDGQT datasheet[9]. Резистор R6 подключен для защиты выхода XTR111 от короткого замыкания. К выходам схемы 1,4 подключается сигнальный кабель, а на его другой стороне у приемного микроконтроллера резистор что позволяет, подобрав его номинал

получить напряжение на входе МК. Стабилитроны VD1, VD2 необходимы для защиты схемы, если напряжение на 6 входе XTR111 будет больше 7.5В. Диод VD3 защищает от включения питания обратной полярности. Преобразователь получил название: преобразователь сопротивления в ток (ПСТ).

3.4 Разработка принципиальной электрической схемы устройства

Принципиальная схема устройства представлена в Приложении В, а перечень элементов используемых в ней в Приложении Г. Ко входам PC0 и PC1 ATMEGA8L-8PU подключены через резисторы R5 и R7 герконы SW1 и SW2, которые в свою очередь подключены параллельно резисторам R4 и R6 и коммутированы с ПСТ. Номинал резисторов R5,R6 130 Ом, следовательно, если геркон разомкнут ПСТ на выход подает 4мА, на входе МК приходит напряжение меньше 0,8В. Когда геркон замкнут на входе МК получаем 2,5В. К МК подключен тактовый генератор XTAL, так как встроенные генераторы не обладают достаточной точностью. Интерфейсы RXD и TXD коммутированы с аналогичными интерфейсами преобразователя USB-UART. Питания МК осуществляется от разъема USB через предохранитель F1. Преобразователя USB-UART подключен к разъему USB по FT232R USB UART IC datasheet [8].

4 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программа для микроконтроллера была разработана в приложении CodeWizardAVR V3.12. Программа проверяет уровни напряжения на цифровых входах PC0 и PC1. Напряжение меньше 0,8В соответствует «низкому логическому уровню» (логический 0), а выше – «высокому логическому уровню» (логическая 1) AVR microcontroller ATmega8 datasheet [7]. На этом основании определяет, замкнут или разомкнут каждый геркон. Эти данные передают через преобразователь USB-UART на персональный компьютер. Цикл повторяется каждые 2 секунды. Листинг кода программы представлен в Приложении Д.

Схема алгоритма работы рис. 4.1. После начала выполнения программы происходит инициализация портов ввода/вывода, системного таймера и счетчика, устройства USART. Следом начинается выполнение бесконечного цикла. Переменные IN0 и IN1 соответствуют портам МК PC0 и PC1, проводится проверка условий и по их результатам переменная status принимает какое-либо значение. Происходит сравнение переменной tik и переменной TIME (2000ms), если переменная tik больше происходит отправка буфера (который содержит значение status) в программу верхнего уровня и tik устанавливается равным нулю и программа возвращается к выполнению условия true. Иначе tik увеличивается на 1 и происходит возврат к выполнению условия true.

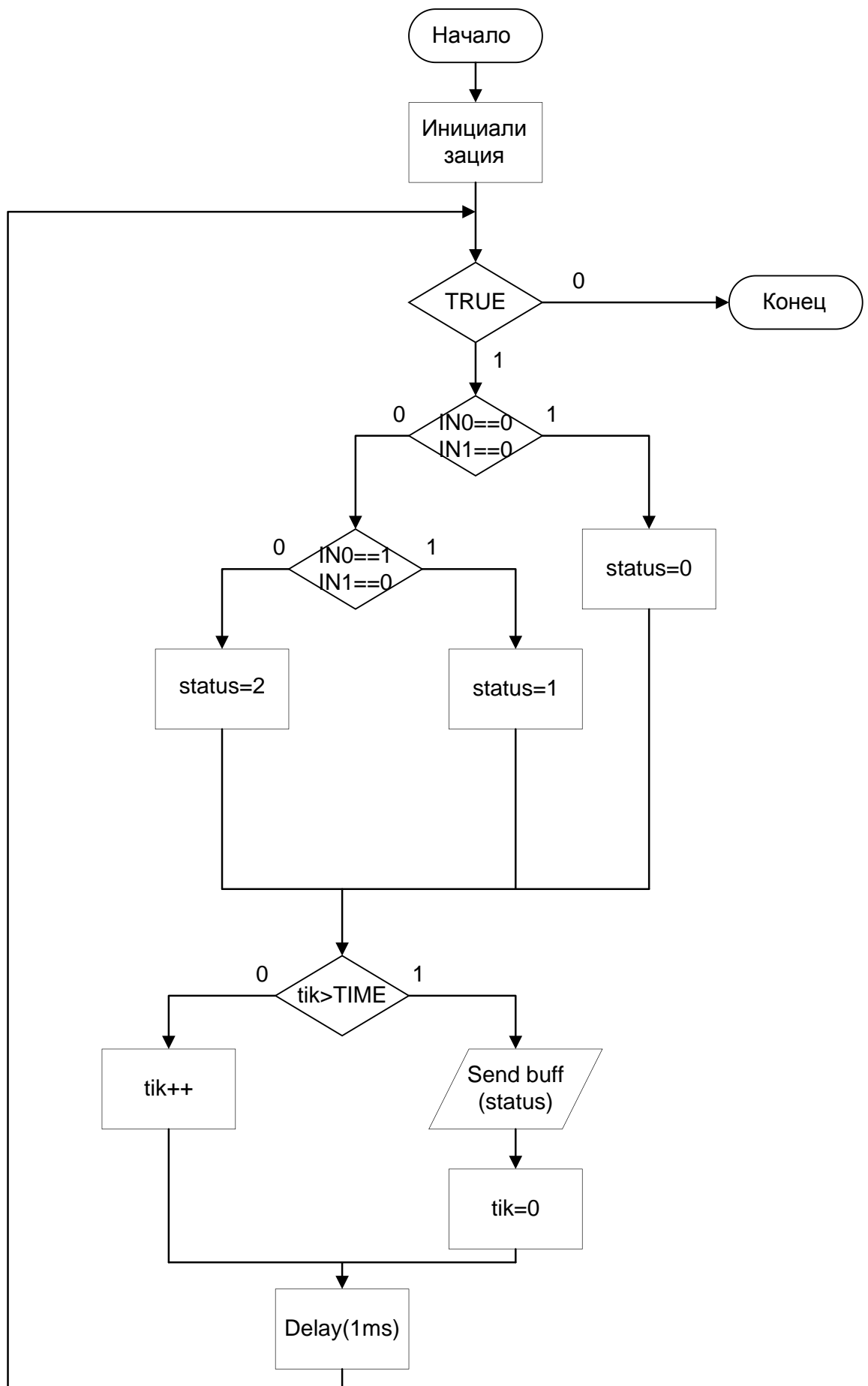


Рисунок 4.1 – Схема алгоритма работы программы МК

Программа верхнего уровня была разработана на C++ Borland Builder 6. Преобразователь USB-UART определяется ПК как виртуальный COM-порт, дополнительные драйвера не нужны. При нажатии кнопки «Соединение» в интерфейсе программы, она открывает COM-порт с указанной скоростью (настройки производятся в главном окне). Программа ожидает, когда в буфер порта будет загружено 8 байт, копирует и выводит буфер в строку. На этом основании выводит изображение. Буфер очищается, программа возвращается к ожиданию 8 байт в буфере порта. Код программы приведен в Приложении Е.

Схема алгоритма работы рис. 4.2. После начала работы происходит ввод параметров COM-порта (которые указал пользователь в интерфейсе программы). COM-порт открывается. Проверка на выполнение условия true (бесконечный цикл). Вводятся данные из COM-порта, которые представлены переменной status. Начинается проверка условий переменной status, по результатам которых будет активен вывод соответствующего изображения в интерфейсе программы.

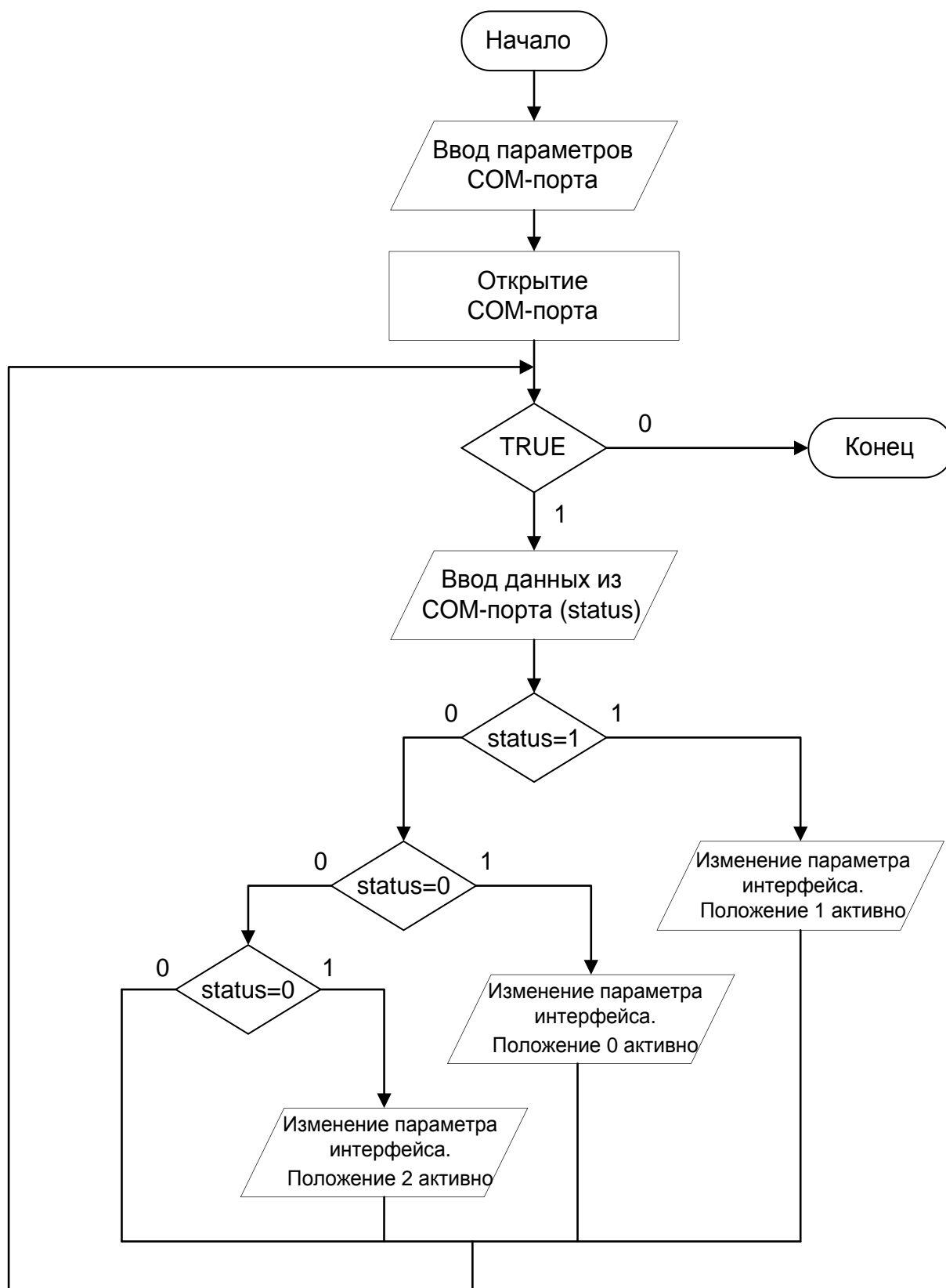


Рисунок 4.2 – Схема алгоритма работы программы верхнего уровня

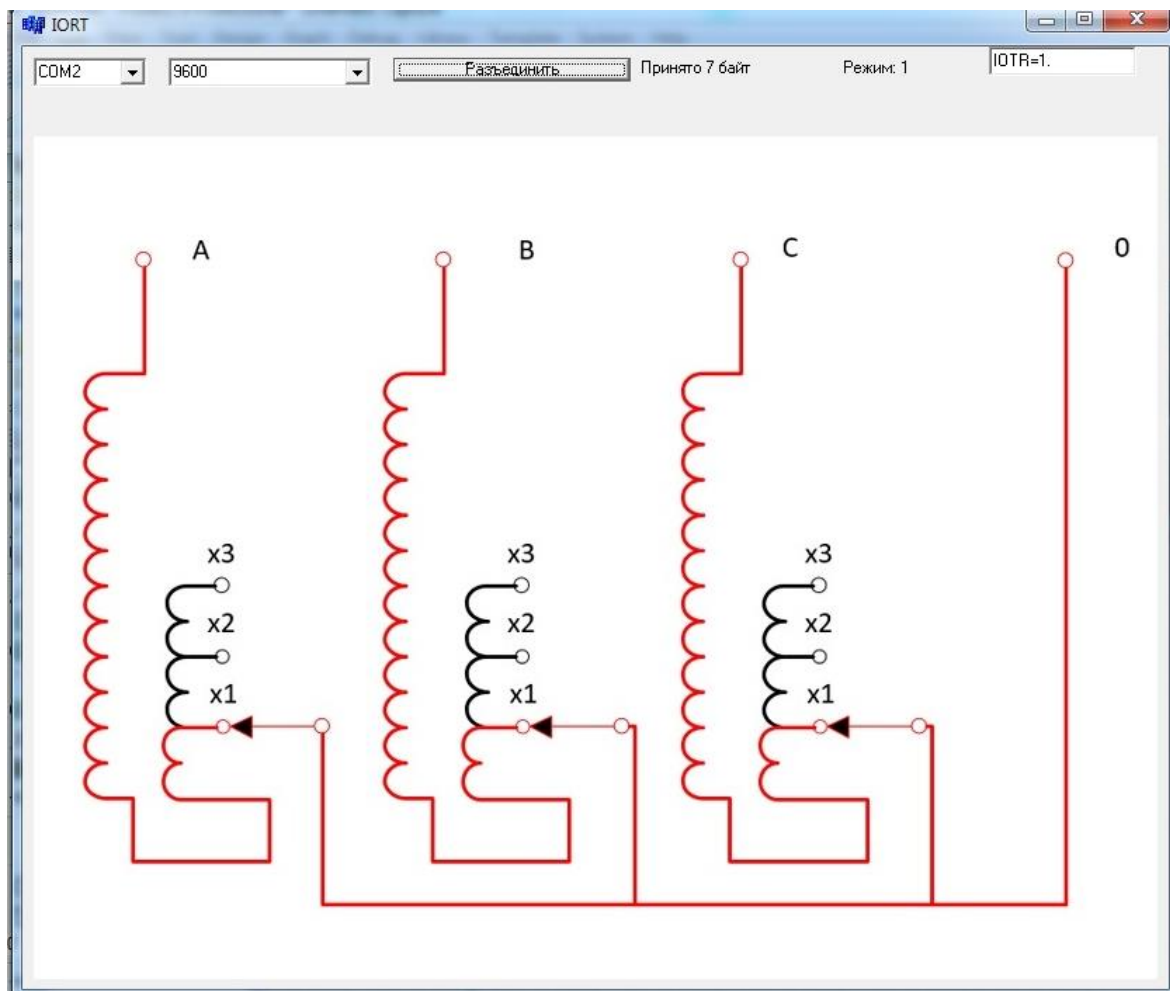


Рисунок 4.3 – Скриншот интерфейса программы

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел содержит комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы, для этого оценены полные денежные затраты на ВКР, а также дана приближенная экономическая оценка результатов ее внедрения. В разделе оценена экономическая целесообразность осуществления работы с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций и на основе экспертных данных рассчитана комплексная оценкой научно-технического уровня ВКР.

5.1 Организация и планирование работ

Планирование научно-исследовательских работ заключается в упорядочивании стадий процесса исследования, таких как определение тематики научной деятельности, сбор и структурирование информации, выбор концепции деятельности, оформление и изложение полученных результатов научного исследования и др. для повышения эффективности исследования и разработок в целом. В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Для выполнения научных исследований была сформирована рабочая группа, состоящая из научного руководителя ТПУ (НР) и студента ТПУ (И). Перечень этапов ВКР и распределение исполнителей представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Перечень работ и продолжительность их выполнения

| № этапа | Этапы работы | Исполнители | Нагрузка исполнителей |
|--------------------|---|--------------------|----------------------------------|
| 1 | Составление и утверждение технического задания | НР, И | НР – 20% И – 100% |
| 2 | Подбор и изучение материалов по теме | НР, И | НР – 30% И – 100% |
| 3 | Календарное планирование работ по теме | НР, И | НР – 20% И – 100% |
| 4 | Выбор оборудования и его поставщиков | И | И – 100% |
| 5 | Проведение теоретических расчетов и обоснований | И | И – 100% |
| 6 | Разработка функциональной схемы | И | И – 100% |
| 7 | Разработка принципиальной схемы | И | И – 100% |
| 8 | Проектирование схемы автоматизации для монтажа | И | И – 100% |
| 9 | Монтаж (демонтаж) оборудования | И | И – 100% |
| 10 | Программирование контроллера | И | И – 100% |
| 11 | Проведение испытаний | И | И – 100% |
| 12 | Наладочные работы | И | И – 100% |
| 13 | Составление пояснительной записки | НР, И | НР – 10% И – 100% |
| 14 | Оформление графического материала | И | И – 100% |

5.2 Продолжительность этапов работ

В связи с новизной выполняемых работ, применение аналогового способа практически невозможно, поэтому для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} . Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула 5.1

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (5.1)$$

где,

- t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;
- t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для выполнения перечисленных в таблице 1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для того чтобы построить линейный график необходимо рассчитать длительность каждого этапа в рабочих днях и перевести ее в календарные дни. Для расчета продолжительности выполнения этапов в рабочих днях ($T_{РД}$) используется формула:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (5.2)$$

где

$t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_d = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{KD} = T_{RD} * T_K , \quad (5.3)$$

где T_{KD} – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_K – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - (T_{ВД} + T_{ПД})} \quad (5.4)$$

формуле:

где

- $T_{КАЛ}$ – число календарных дней в году;
- $T_{ВЫХ}$ – число выходных дней в году;
- $T_{ПР}$ – число праздничных дней в году.

$$T_K = \frac{365}{365-66} = 1,22$$

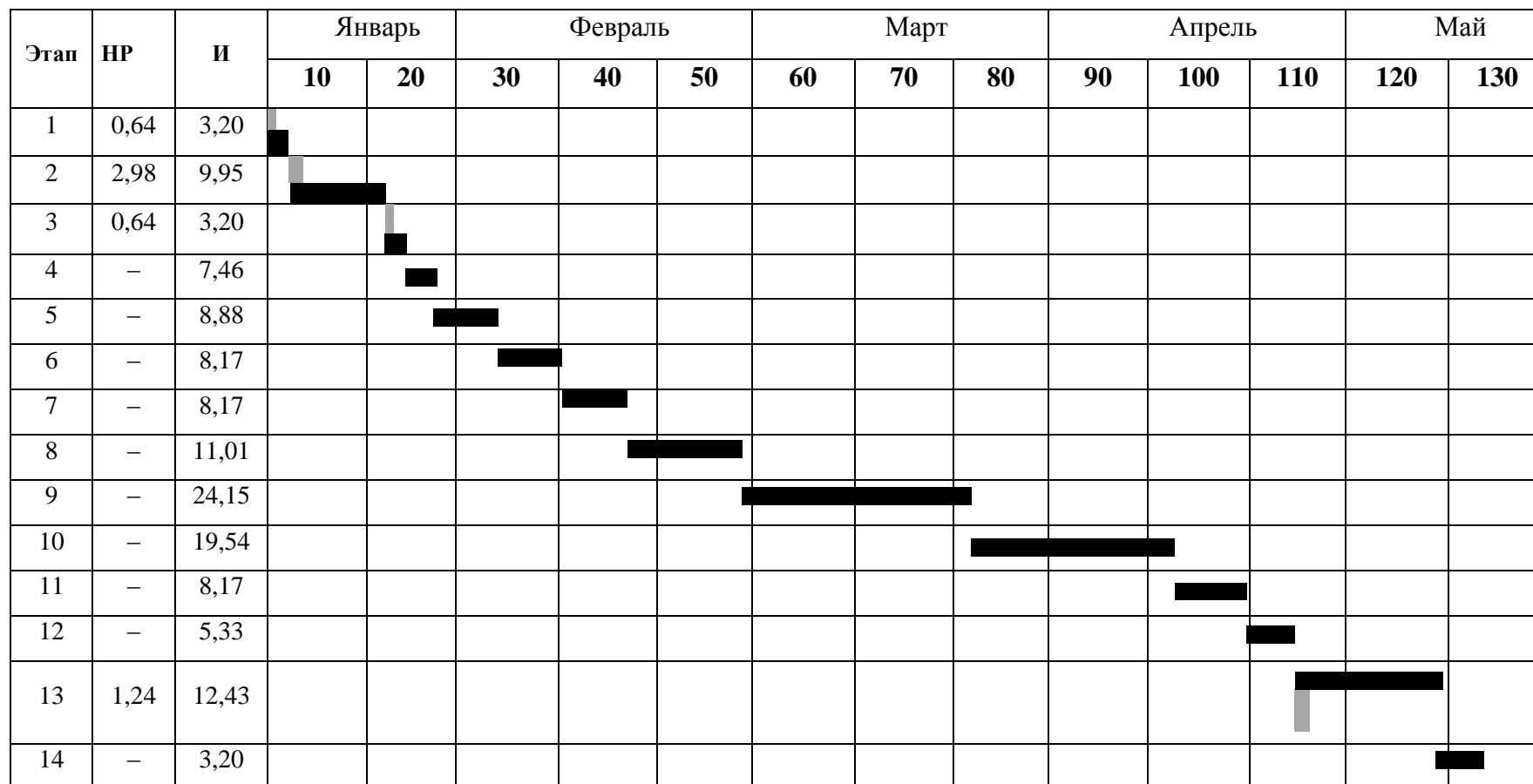
Таблица 5.2 - Трудозатраты на выполнение проекта

| Этап | Исполнители | Продолжительность работ, дни | | | Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн. | | | |
|--|-------------|---------------------------------|-----------|----------|---|-------|----------|-------|
| | | | | | $T_{РД}$ | | $T_{КД}$ | |
| | | t_{min} | t_{max} | $t_{ож}$ | НР | И | НР | И |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. Составление и утверждение технического задания | НР, И | 1 | 3 | 1,8 | 0,432 | 2,16 | 0,64 | 3,20 |
| 2. Подбор и изучение материалов по теме | НР, И | 4 | 8 | 5,6 | 2,016 | 6,72 | 2,98 | 9,95 |
| 3. Календарное планирование работ по теме | НР, И | 1 | 3 | 1,8 | 0,432 | 2,16 | 0,64 | 3,20 |
| 4. Выбор оборудования и его поставщиков | И | 3 | 6 | 4,2 | – | 5,04 | – | 7,46 |
| 5. Проведение теоретических расчетов и обоснований | И | 3 | 8 | 5 | – | 6 | – | 8,88 |
| 6. Разработка функциональной схемы | И | 3 | 7 | 4,6 | – | 5,52 | – | 8,17 |
| 7. Разработка принципиальной схемы | И | 3 | 7 | 4,6 | – | 5,52 | – | 8,17 |
| 8. Проектирование схемы автоматизации для монтажа | И | 5 | 8 | 6,2 | – | 7,44 | – | 11,01 |
| 9. Монтаж (демонтаж) оборудования | И | 12 | 16 | 13,6 | – | 16,32 | – | 24,15 |
| 10. Программирование контроллера | И | 9 | 14 | 11 | – | 13,2 | – | 19,54 |
| 11. Проведение испытаний | И | 3 | 7 | 4,6 | – | 5,52 | – | 8,17 |

Продолжение Таблицы 5.2

| Этапы | Исполнители | Продолжительность работ, дни | | | Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн. | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------------------|-----------|--------------|---|--------------|-------------|---------------|
| | | | | | $T_{РД}$ | | $T_{КД}$ | |
| | | t_{min} | t_{max} | $t_{ож}$ | НР | И | НР | И |
| 12. Наладочные работы | И | 1 | 6 | 3 | – | 3,6 | – | 5,33 |
| 13. Составление пояснительной записки | НР, И | 5 | 10 | 7 | 0,84 | 8,4 | 1,24 | 12,43 |
| 14. Оформление графического материала | И | 1 | 3 | 1,8 | – | 2,16 | – | 3,20 |
| Итого: | | | | 74,80 | 3,72 | 89,76 | 5,51 | 132,84 |

Таблица 5.3 - Линейный график работ



НР – ; И –

5.3 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- ТР_{общ.} – общая трудоемкость проекта;
- ТР_i (ТР_k) – трудоемкость i-го (k-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- ТР_{iH} – накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;
- ТР_{ij} (ТР_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе.

Степень готовности определяется формулой (5.5)

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m ТР_{km}}. \quad (5.5)$$

Таблица 5.4 - Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

| Этап | ТР _i , % | СГ _i , % |
|--|------------------------|------------------------|
| 1. Составление и утверждение технического задания | 2,41 | 2,41 |
| 2. Подбор и изучение материалов по теме | 7,49 | 9,90 |
| 3. Календарное планирование работ по теме | 2,41 | 12,30 |
| 4. Выбор оборудования и его поставщиков | 5,61 | 17,92 |
| 5. Проведение теоретических расчетов и обоснований | 6,68 | 24,60 |
| 6. Разработка функциональной схемы | 6,15 | 30,75 |
| 7. Разработка принципиальной схемы | 6,15 | 36,90 |
| 8. Проектирование схемы автоматизации для монтажа | 8,29 | 45,19 |
| 9. Монтаж (демонтаж) оборудования | 18,18 | 63,37 |
| 10. Программирование контроллера | 14,71 | 78,08 |
| 11. Проведение испытаний | 6,15 | 84,23 |

Продолжение Таблицы 5.4

| Этап | ТР _i , % | СГ _i , % |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 12. Наладочные работы | 4,01 | 88,24 |
| 13. Составление пояснительной записки | 9,36 | 97,60 |
| 14. Оформление графического материала | 2,41 | 100,00 |

5.4 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав сметы затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

5.5 Расчет затрат на материалы

К этой статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, а также расходы на их доставку. Применительно для разработки системы контроля положения устройства ПБВ материальные затраты указаны в таблице 5.5.

Таблица 5.5 - Расчет затрат на материалы

| № п/п | Наименование | Цена за ед, руб. | Кол-во, шт. | Стоимость, руб. |
|----------|---|---------------------|----------------|--------------------|
| 1 | ATmega8L-8PU, Микроконтроллер 8-Бит, AVR, 8МГц, 8КБ Flash [DIP-28] | 130 | 1 | 130 |
| 2 | AS-12.000-18-SMD-TR, CRYSTAL, 18PF, SMD | 42 | 1 | 42 |
| 3 | K10-17Б M47 20пФ, 5%, Конденсатор керамический выводной | 25 | 2 | 50 |
| 4 | ЕСАР (К50-35 мини), 4.7 мкФ, 50 В, 4x7мм, Конденсатор электролитический | 3 | 1 | 3 |
| 5 | Конд.тант. 10мкФ х 16В типВ 20% | 18 | 1 | 18 |
| 6 | ЕСАР (К50-35 мини), 100 мкФ, 10 В, 5x7мм, Конденсатор электролитический | 6 | 1 | 6 |
| 7 | K10-17Б M47 20пФ, 5%, Конденсатор керамический выводной | 25 | 2 | 50 |
| 8 | K10-17Б имп. 0.1 мкФ X7R,10%, 0805, Конденсатор керамический выводной | 4 | 4 | 16 |
| 11 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 10 кОм, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 1 | 3 |
| 12 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 270 Ом, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 2 | 6 |
| 13 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 180 Ом, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 2 | 6 |
| 14 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 130 Ом, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 2 | 6 |
| 15 | FT232RL-REEL, Преобразователь USB-UART, реж.Bit Bang | 320 | 1 | 320 |
| 16 | 1N4448, Диод 150мА 100В | 2 | 1 | 2 |
| 17 | Магниточувствительный датчик MS AC2A-43-S4 | 892 | 2 | 1784 |
| 18 | Дисковые неодимовые магниты 5x5мм | 10 | 2 | 20 |
| 19 | Кабель монтажный МКЭШ 3x0,35 экранированный (20м) | 460 | 1 | 460 |
| 20 | MF-R050, 0.5 А, Предохранитель самовосстанавливающийся, MultiFuse | 16 | 1 | 16 |
| 21 | MC32597, Разъем USB, USB Типа B, USB 2.0, Гнездо, 4 вывод(-ов), Монтаж в Сквозное Отверстие, Вертикальный | 62 | 1 | 62 |
| 22 | KC175A пластик, Стабилитрон 7.5В при Iст=5мА, 0.15Вт [КД-25] | 24 | 2 | 48 |
| 23 | 1N4004, Диод выпрямительный 1А 400В [DO-41] | 3 | 2 | 6 |
| 24 | K73-17 имп, 0.01 мкФ, 100 В, 5-10%, Конденсатор металлоплёночный | 8 | 2 | 16 |
| 25 | XTR111AIDGQT, Прецизионный преобразователь-передатчик напряжение-ток | 180 | 1 | 180 |

Продолжение Таблицы 5.5

| № п/п | Наименование | Цена за ед, руб. | Кол-во, шт. | Стоимость, руб. |
|----------|--|---------------------|----------------|--------------------|
| 26 | LM317AEMP/NOPB, 3-х выводной регулятор напряжения | 71 | 1 | 71 |
| 27 | 2SA1837(F.M), Транзистор PNP 230В 1А [ТО-220FP] | 30 | 1 | 30 |
| 28 | IRF9520PBF, Транзистор, Р-канал 100В 6.8А [ТО-220AB] | 34 | 1 | 34 |
| 29 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 2 кОм, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 1 | 3 |
| 30 | CRCW06033K01FKEA, ЧИП резистор 3.01 кОм 0603 0.1Вт 1% 100ppm | 3 | 1 | 3 |
| 31 | МО-200 (C2-23) 2 Вт, 20 кОм, 5%, Резистор металлооксидный | 4 | 2 | 8 |
| 32 | МО-200 (C2-23) 2 Вт, 10 кОм, 5%, Резистор металлооксидный | 4 | 1 | 4 |
| 33 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 20 Ом, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 2 | 6 |
| 34 | 2.49 кОм SMD резистор углеродный 0805 | 1 | 1 | 1 |
| 35 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 20 Ом, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 2 | 6 |
| 36 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 200 Ом, 5%, Резистор углеродистый | 3 | 1 | 3 |
| | Итого | | | 3419 |

Допустим, что транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю составляют 2 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 3\,419 * 1,02 = 3\,487,38$ руб.

5.6 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = МО/20,58, \quad (5.6)$$

учитывающей, что в 2019 году 247 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 20,58 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе).

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 5.6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 5.2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:

- $K_{\text{ПР}} = 1,1$;
- $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,113$ (для пятидневной рабочей недели);
- $K_{\text{р}} = 1,3$.

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,113 * 1,3 = 1,59$.

Таблица 5.6 - Затраты на заработную плату

| Исполнитель | Оклад, руб./мес. | Среднедневная ставка, руб./раб.день | Затраты времени, раб.дни | Коэффициент | Фонд з/платы, руб. |
|---------------|---------------------|---|--------------------------------|-------------|--------------------------|
| НР | 33664 | 1635,76 | 4 | 1,59 | 10 403,45 |
| И | 26300 | 1277,93 | 90 | 1,59 | 182 873,2 |
| Итого: | | | | | 193 276,6 |

5.7 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3 \quad (5.7)$$

Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 193\,276,6 * 0,3 = 57\,982,99$ руб.

5.8 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{об.}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}} \quad (5.8)$$

где $P_{\text{об.}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час(с НДС) = 3,42 руб./кВт·час;

$t_{\text{об.}}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 6 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об.}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (5.9)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об.}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об.}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_c \quad (5.10)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для маломощного технологического оборудования коэффициент $K_c = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию при использовании технологического оборудования приведен в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Затраты на электроэнергию технологическую

| Вид оборудования | Время работы технологического оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час | Потребляемая мощность оборудования $P_{\text{ОБ}}$, кВт | | Затраты $\text{Э}_{\text{ОБ}}$, руб. |
|------------------------|--|--|--|---------------------------------------|
| Персональный компьютер | 720*0,5 | 0,35 | | 430,92 |
| Итого: | | | | 430,92 |

5.9 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} * C_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{Д}}}, \quad (5.11)$$

где $N_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_{\text{Д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования (247 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе) можно принять $F_{\text{Д}} = 247 * 8 = 1976$ часа;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Т.к. имущество считается амортизируемым с первоначальной стоимостью более 40 тыс. руб. и сроком службы больше 12 месяцев, начисляться амортизация будет только для комплекта ПК, который относится ко II амортизационной группе, срок полезного использования составляет 2-3 года.

Тогда

$$C_A = 1/2 = 0,5$$

$$САМ(ПК) = (0,5 * 52275 * 720 * 1) / 1976 = 9\,523,79 \text{ руб}$$

5.10 Расчет накладных расходов

В данной статье отражены прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,16, \quad (5.12)$$

$$C_{\text{проч.}} = (3\,487,38 + 193\,276,6 + 57\,982,99 + 430,92 + 9\,523,79) \cdot 0,16 = 42\,351,98 \text{ руб.}$$

5.11 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка микроконтроллерной системы удаленного контроля переключающего устройства без возбуждения высоковольтного трансформатора».

Таблица 5.8 - Смета затрат на разработку проекта

| Статья затрат | Условное обозначение | Сумма, руб. |
|-------------------------------|----------------------|-------------|
| Материальные затраты | $C_{\text{мат}}$ | 3 487,38 |
| Основная заработная плата | $C_{\text{зп}}$ | 193 276,6 |
| Отчисления в социальные фонды | $C_{\text{соц}}$ | 57 982,99 |
| Расходы на электроэнергию | $C_{\text{эл.}}$ | 430,92 |
| Амортизационные отчисления | $C_{\text{ам}}$ | 9 523,79 |
| Прочие расходы | $C_{\text{проч}}$ | 42 351,98 |
| Итого: | | 307 051,85 |

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 307\,051,85$ руб.

5.12 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20\%$ от полной себестоимости проекта. Для данного проекта она составляет 61 410,37 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

5.13 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это

$$(307\,051,85 + 61\,410,37) * 0,20 = 73\,692,44 \text{ руб.}$$

5.14 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$\text{ЦНИР(КР)} = 307\,883,4 + 61\,410,37 + 73\,692,44 = 442\,154,66 \text{ руб.}$$

5.15 Оценка экономической эффективности проекта

Целью данной разработки, в первую очередь, является снижение аварийности технологического процесса (приблизительно на 50%) и повышение надежности предоставления услуг потребителю (в данном случае тепло-водоснабжение). Это носит в большей степени социальный характер, который можно описать следующими факторами: повышение устойчивости энергообеспеченности, безопасности, комфорта и благосостояния населения, а также уменьшение выбросов в окружающую среду. Несомненно, экономический эффект есть, т.к. снижается аварийность, повышается качество предоставления услуг, что в свою очередь позволяет избежать непредвиденных затрат как у потребителя, так и у предприятия, но рассчитать эффект в рамках данной работы невозможно, т.к. для этого потребуются проведения специальных обширных исследований с привлечением сторонних специалистов.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Введение

Разработанное микроконтроллерное устройство позволяет получать информацию о положениях устройства ПБВ и передавать ее на расстояние до 20м на программу ПК. Оператор посредством данной программы может узнать положение устройства ПБВ в любой момент времени с частотой 2 сек.

Областью применения являются силовые высоковольтные трансформаторы оснащенные устройством ПБВ, данное микроконтроллерное устройство разрабатывалось для института атомной энергии Национального исследовательского ядерного центра республики Казахстан, расположенного в г. Курчатов.

Устройство имеет низкую актуальность и применимо редких случаях, что связано со спецификой использования ПБВ(низкая частота переключений и наличие оператора в непосредственной близости).

6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Требования к эргономическим параметрам оборудования на рабочих местах с ПЭВМ представлены в следующих нормативных документах:

ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации.

К работам на ПК допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обязательный при приеме на работу ежегодный медицинский осмотр в соответствии с нормативами Минздрава России. Признанные годными по состоянию здоровья к работе в конкретных условиях в зависимости от вида трудовой деятельности, тяжести и напряженности труда (виды труда,

показатели напряженности и тяжести труда приведены в приложении 1 к настоящей Инструкции).

До начала работ на ПК каждый оператор должен пройти специальную подготовку по охране труда, в которую входят:

психофизиологическое тестирование для определения профессиональной пригодности в соответствии с отраслевыми нормативами и методиками;

вводный инструктаж и ознакомление с настоящей (или аналогичной) Инструкцией или получение ее на руки под роспись в специальном журнале;

обучение принципам работы с вычислительной техникой, специальное обучение по работе на ПК с использованием конкретного программного обеспечения с обучением при этом безопасным приемам и методам труда;

инструктаж по охране труда на конкретном рабочем месте;

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать возможность размещения на рабочей поверхности необходимого комплекта оборудования и документов с учетом характера выполняемой работы. Высота рабочей поверхности стола при нерегулируемой высоте должна составлять 725 мм. Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев. Покрытие рабочей поверхности стола должно быть из диффузно отражающего материала с коэффициентом отражения 0,45-0,50.

Рабочий стул (кресло) должен обеспечивать поддержание физиологически рациональной рабочей позы оператора в процессе трудовой деятельности, создавать условия для изменения позы с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины, а также для исключения нарушения циркуляции крови в нижних конечностях.

Дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднимать или опустить голову. Дисплей на рабочем месте должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60°. Клавиатура на

рабочем месте оператора должна располагаться так, чтобы обеспечивалась оптимальная видимость экрана.

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

6.3 Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015, неблагоприятные производственные факторы по результирующему воздействию на организм работающего человека подразделяют на:

на вредные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания;

опасные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной.

В соответствии с заданием заполнена информация по вредным и опасным факторам. Возможные опасные и вредные факторы приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы (ГОСТ12.0.003-2015) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|
| | Разработка | Изготовление | Эксплуатация | |
| 1.Отклонение показателей микроклимата | + | + | + | |

Продолжение таблицы 6.1

| Факторы (ГОСТ12.0.003-2015) | Этапы работ | | | Нормативные Документы |
|---|-------------|--------------|--------------|---|
| | Разработка | Изготовление | Эксплуатация | |
| 1.Отклонение показателей микроклимата | + | + | + | - требования к значению напряженности устанавливаются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы; - требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. Дата введения: 2017-05-08. Статус: действующий; - требования к значению отклонений микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. |
| 2. Превышение уровня шума | | + | | |
| 3.Отсутствие естественного или искусственного света | | + | + | |

6.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с последовательностью в таблице 7.1 описываются выявленные вредные и опасные факторы.

6.4.1 Микроклимат в помещениях, оборудованных компьютерами

Источник возникновения вредного фактора:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- мощность теплового излучения;

Влияние фактора на организм человека:

- Охлаждение вызывают низкая температура воздуха, высокая относительная влажность, высокая скорость движения воздуха. Охлаждение человека приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма.
- Перегрев вызывают высокая температура воздуха, низкая скорость движения воздуха, мощное тепловое излучение. Перегрев вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда. Нагревающий микроклимат может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

Исходя из СанПин 2.2.4.548-96 значения температуры, влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести выполняемой работы, величины избытков явного тепла, выделяемого в помещении, и периода года.

В соответствии с СанПин 2.2.4.548-96, оптимальные микроклиматы для помещений с компьютерами представлены в таблице 7.2.

Таблица 6.2 - Оптимальные микроклиматы для помещения с компьютерами

| Период года | Температура воздуха, С ⁰ | Температура поверхностей, С ⁰ | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | 21 - 23 | 20 – 24 | 40-60 | 0,1 |
| Теплый | 23-25 | 22-26 | 40-60 | 0,1 |

Также для рабочей смены, количеством в 8 часов, используется нормы предельно допустимых значений микроклимата.

В соответствии с СанПин 2.2.4.548-96, предельно допустимые микроклиматы для помещения с компьютерами представлены в таблице 7.3.

Таблица 6.3 - Предельно допустимые значения микроклимата для помещения с компьютерами

| Период года | Температура воздуха, °С | | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с | |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---|---|
| | диапазон ниже оптимальных величин | диапазон выше оптимальных величин | | | для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин | для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин |
| Холодный | 19,0- 20,9 | 23,1 - 24,0 | 18,0 - 25,0 | 15 - 75 | 0,1 | 0,2 |
| Теплый | 20,0- 21,9 | 24,1 - 28,0 | 19,0 - 29,0 | 15 - 75 | 0,1 | 0,3 |

Средства защиты:

Для регламентации времени работы в пределах рабочей смены в условиях микроклимата с температурой воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин используется защита временем.

Защита временем – уменьшение вредного действия неблагоприятных факторов рабочей среды и трудового процесса на работников за счет снижения времени их действия:

Коллективным средством защиты является нормализации метеорологических условий производственной среды – это вентиляция, отопление, кондиционирование. А так же защита расстоянием от опасного воздействия.

Средства индивидуальной защиты: халат х/б из антистатической ткани.

6.4.2 Уровень шума в помещениях, оборудованных компьютерами

По характеру спектра шума выделяют:

- широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более 1 октавы;
- тональный шум, в спектре которого имеются выраженные тоны. Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением в 1/3 октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шума выделяют:

- постоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно»;
- непостоянный шум, уровень которого за 8-часовой рабочий день, рабочую смену или во время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно».

В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96, Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для Высококвалифицированной работы

Требуемой сосредоточенности: административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях в таблице 6.4.

Таблица 6.4 - Допустимые значения уровней звукового давления для помещения с компьютерами

| Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБа) |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | |
| 93 дБ | 79 дБ | 70 дБ | 68 дБ | 58 дБ | 55 дБ | 52 дБ | 60 |

Средства защиты:

Коллективным средством защиты является рациональное размещение рабочих мест, совершенствование технологии и обслуживания машин, средства звукоизоляции.

6.4.3 Отсутствие или недостаток света в помещениях, оборудованных компьютерами

Свет является одним из важнейших условий существования человека.

Согласно ГОСТ 12.0.003.-86 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепление или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму. В зависимости от длины волны, свет может оказывать возбуждающее (оранжево-красный) или успокаивающее (желто-зеленый) действие. Освещенность на рабочем месте оператора должна составлять не менее 200 лк при системе общего освещения и не менее 750 лк при системе комбинированного освещения.

Допустимые нормы:

Освещение должно быть равномерно распределено по всему помещению, в особенности для рабочей области человека. Яркость экрана должна быть не менее 35 кд/ м².

Средства нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся.

Коллективные:

- источники света;
- осветительные приборы;
- световые проемы;

6.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Минимальным требованиям к рабочим местам офисного персонала является соответствие их ряду основных норм:

А. На каждого сотрудника отводится минимум 4 кв.м площади без учета используемой техники, дополнительной мебели, проходов между рабочими местами.

Б. Рабочие места сотрудников, чья работа связана с повышенной концентрацией и высокими нагрузками на нервную систему, отделяются перегородками высотой 1,5-2 м.

В. Соблюдение температурного режима при стандартном 8-часовом рабочем дне в диапазоне от 20 до 28°C в зависимости от сезона и интенсивности труда.

Обеспечение комфортного уровня освещенности рабочего места, включающей как естественное освещение (обязательное требование при работе с компьютерной техникой), так и искусственное.

6.6 Экологическая безопасность

Разработанный проект особо сильно не влияет на окружение, размеры санитарно-защитных зон используется для предприятия пятого класса - 50 м.

Источники загрязнений для гидросферы не выявлены.

Источники загрязнения литосферы не выявлены.

В методах защиты от выбросов в литосферу нет необходимости..

Источники загрязнения атмосферы: при изготовлении ЖК-дисплеев, происходит выброс (CO₂) NF₃.

Методы защиты от выбросов в атмосферу: использовать замену только расходных материалов у компьютеров, а не их целиком.

6.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.7.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайная ситуация — состояние, при котором возникает угроза жизни и здоровья человека также наносящее ущерб имуществу и природной среде.

Наиболее типичной ЧС для помещений с оборудованием компьютеров является пожар. Пожар может возникнуть вследствие причин: замыкание, искрение, неосторожное обращение с огнём, курение.

6.7.2 Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС

Пожарная безопасность — организационные и/или технические мероприятия направленные на обеспечение безопасности людей.

Для работы за устройствами нужно знать и выполнять определённый список правил поведения:

Ни в коем случае не курить, выходить только на улицу;

Не бросайте непотушенные сигареты на землю, либо сразу затапывайте их ногой;

Все неисправные электроприборы должны быть сданы в ремонт, исправные периодически подвергаться профилактическому обслуживанию;

При перепадах напряжения в сети, обязательно обратитесь в жилищно-эксплуатационную службу, чтобы выяснить и устранить причину их возникновения;

6.7.3 Разработка действий в случае возникновения ЧС

В случае возникновения пожара, необходимо, предпринять меры по эвакуации персонала из помещения в соответствии с планом эвакуации здания, расположенный на каждом этаже здания. При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни, необходимо произвести тушение огнетушителем. При потере контроля и/или стремительного разрастания пожара, необходимо эвакуироваться и ждать пожарную службу. Как только происходит возникновение пожара происходит запуск системы пожаротушения, издав и передает сигнал о пожаре на пункт пожарной станции сигнал, в случае если система не была установлена или еще по каким-либо причинам, система не сработала, необходимо самостоятельно вызывать пожарную службу по телефону 01, либо с мобильного 101.

6.8 Заключение

В ходе изучения и составления раздела «социальная ответственность» были, получены навыки по оптимизации и улучшению рабочей среды операторов ЭВМ, выработаны и применены допустимые нормы различных факторов, что являются неотъемлемой частью разрабатываемого проекта.

Также рассмотрены ЧС, которые могут возникать при внедрении проекта. Выработаны действия при возникновении ЧС на территории, использующей проект, что позволит быстро реагировать в случае их возникновения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы было составлено техническое задание на разработку микроконтроллерной системы удаленного контроля переключающего устройства ПБВ высоковольтного трансформатора. Было выбрано решение, подходящее под все требования технического задания, а именно использование недорогих и надежных радиоэлектронных компонентов и микроконтроллеров.

Разработана структурная, функциональная и принципиальная схема.

Для реализации алгоритма работы микроконтроллера была использована среда разработки CodeWizardAVR и язык программирования С. А для программы верхнего уровня среда разработки Borland Builder 6 и язык программирования С++.

Разработанная принципиальная схема получилась компактной и надежной, что положительно скажется на сроке эксплуатации и отказоустойчивости работы.

Разработанная система контроля является универсальной, может быть установлена на многие трансформаторы, оснащенные устройством ПБВ, но на данный момент запланирована только установка системы на трансформатор, предназначенный для питания электрофизической установки Токамак КТМ.

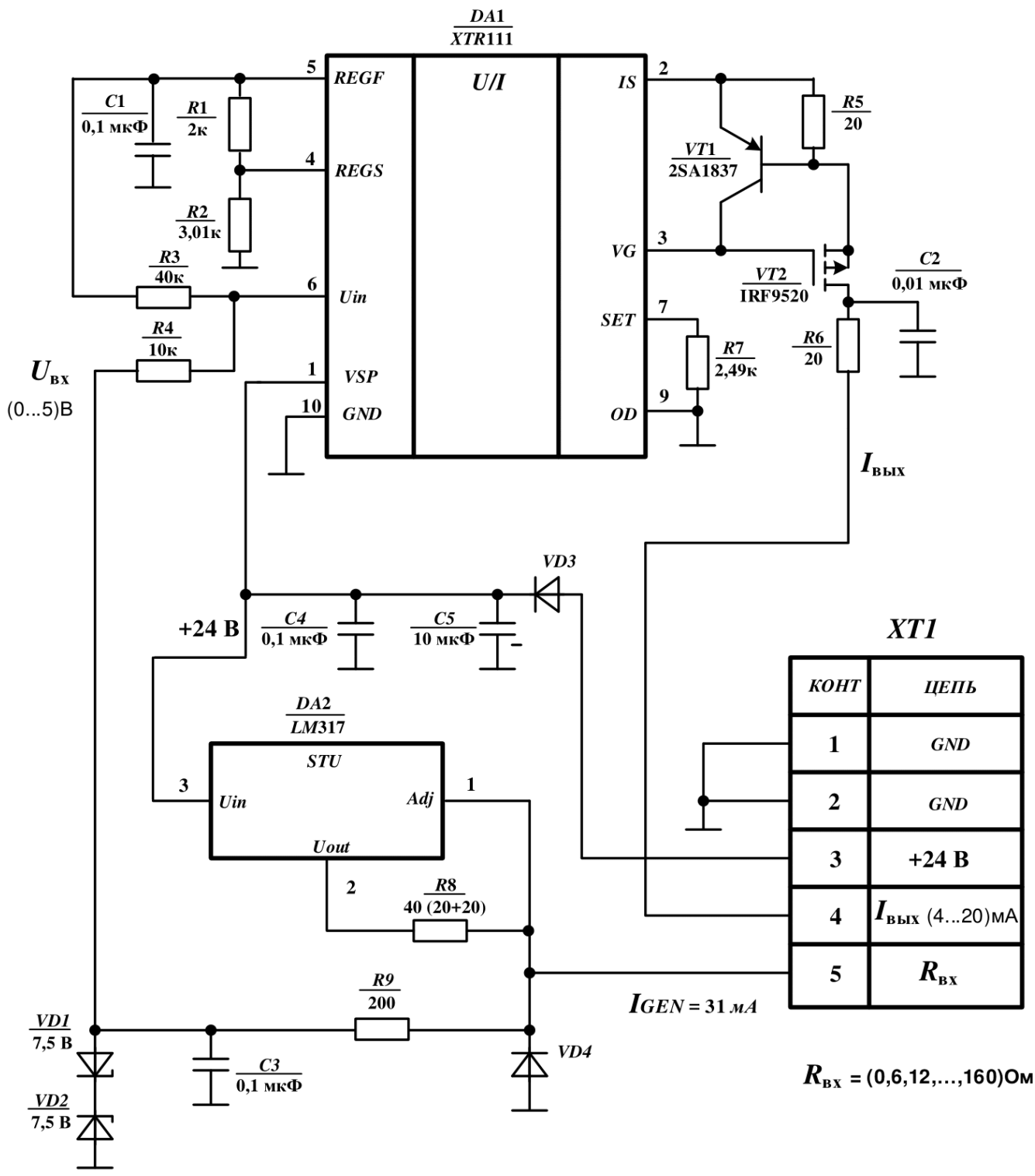
Также в рамках данной работы были рассмотрены вопросы социальной ответственности и вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фарбман, С.А. Ремонт и модернизация трансформаторов / С.А. Фарбман. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 554 с.
2. Тихомиров, П.М. Расчёт силовых трансформаторов / П.М. Тихомиров. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 544 с.
3. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 648 с.
4. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003. - 752 с.
5. Пахомов, Б. С/C++ и MS Visual C++ 2010 для начинающих / Б. Пахомов. - М.: БХВ-Петербург, 2011. - 736 с.
6. Евстифеев, А. В.. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL.- М.: ДМК Пресс, 2015. - 558 с.
7. AVR microcontroller ATmega8 datasheet [Электронный ресурс] URL: https://www.mouser.com/datasheet/2/268/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_dat-1315266.pdf. (дата обращения 01.05.2019).
8. FT232R USB UART IC datasheet [Электронный ресурс] URL: https://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf. (дата обращения 01.05.2019).
9. XTR111AIDGQT datasheet [Электронный ресурс] URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/xtr111.pdf>. (дата обращения 01.05.2019).
10. LM317AEMP/NOPB datasheet [Электронный ресурс] URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm317a.pdf>. (дата обращения 01.05.2019).
11. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 19-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014.
12. В. Ю. Конопотский. Методические указания «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» для специалистов ИК. издательство ТПУ 2015.

Нормативная литература

1. ГОСТ Р 50923-96 «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения».
2. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года).
5. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
6. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
7. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.
8. ГОСТ 12.4.051-87 (СТ СЭВ 5803-86) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний.
9. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.



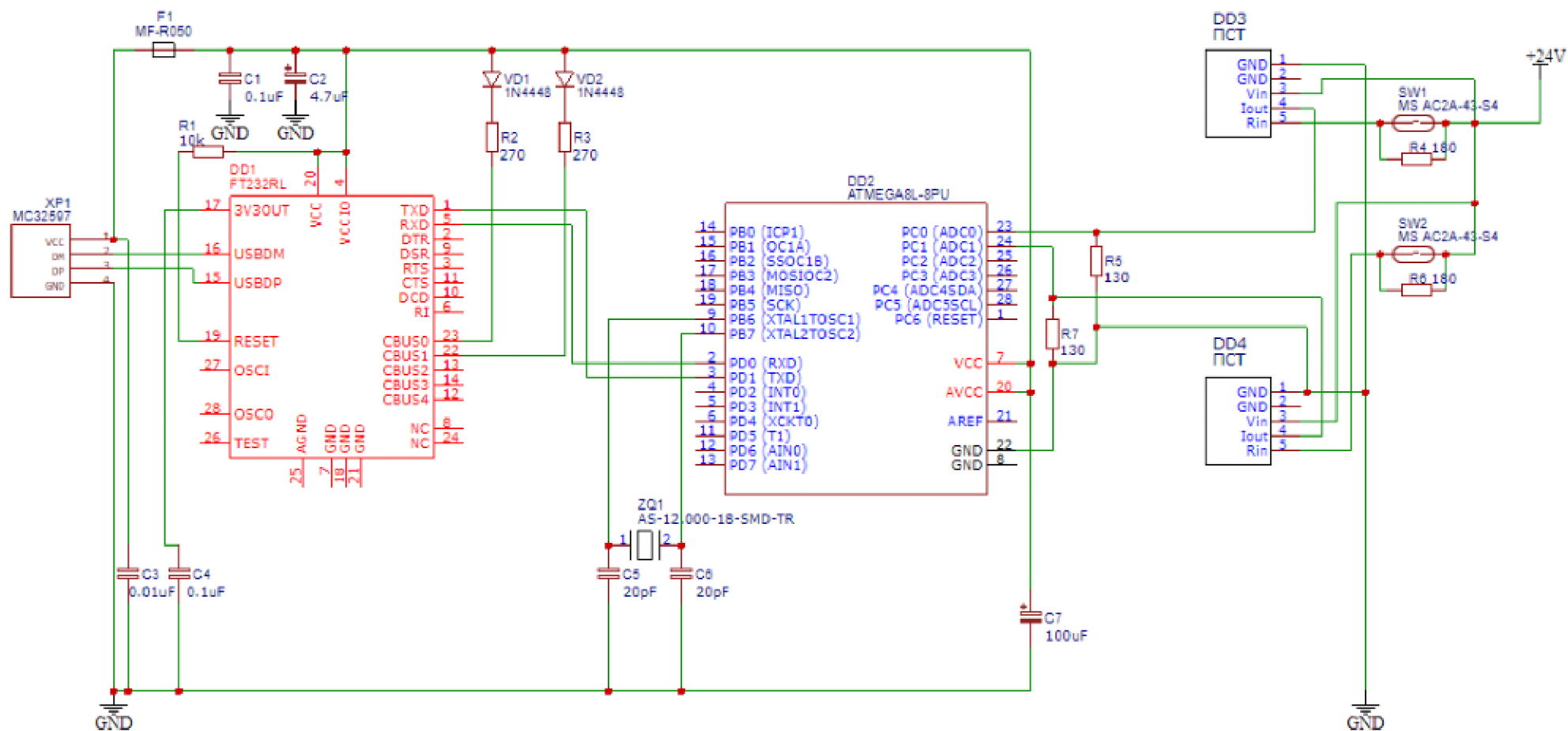
| | | | | |
|-----------|-----------------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| Разраб. | Якубовский А.М. | | | |
| Провер. | Ким В.Л. | | | |
| Н. Контр. | | | | |
| Утверд. | | | | |

ФЮРА.464512 001 ЭЗ

Принципиальная
электрическая схема
преобразователя
сопротивления в ток ПСТ

| | | |
|------------------|------|--------|
| Лит. | Лист | Листов |
| | 1 | 1 |
| ТПУ гр.3-8В41 | | |

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--|--------------|---|--|--|------|------------|--|--|--|
| Приложение Б | | № | Наименование | | | Кол. | Примечание | | | |
| | | КОНДЕНСАТОРЫ | | | | | | | | |
| | | C1,C3,C4 | K10-17Б имп. 0.1 мкФ Х7R,10%, 0805, Конденсатор керамический выводной | | | 3 | | | | |
| | | C2 | K73-17 имп, 0.01 мкФ, 100 В, 5-10%, Конденсатор металлоплёночный | | | 1 | | | | |
| | | C5 | Конд.тант. 10мкФ х 16В типВ 20% | | | 1 | | | | |
| | | РЕЗИСТОРЫ | | | | | | | | |
| | | R1 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 2 кОм, 5%, Резистор углеродистый | | | 1 | | | | |
| | | R2 | CRCW06033K01FKEA, ЧИП резистор 3.01 кОм 0603 0.1Вт 1% 100ppm | | | 1 | | | | |
| | | R3 | МО-200 (C2-23) 2 Вт, 20 кОм, 5%, Резистор металлооксидный | | | 2 | | | | |
| | | R4 | МО-200 (C2-23) 2 Вт, 10 кОм, 5%, Резистор металлооксидный | | | 1 | | | | |
| | | R5,R6 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 20 Ом, 5%, Резистор углеродистый | | | 2 | | | | |
| | | R7 | 2.49 кОм SMD резистор углеродный 0805 | | | 1 | | | | |
| | | R8 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 20 Ом, 5%, Резистор углеродистый | | | 2 | | | | |
| | | R9 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 200 Ом, 5%, Резистор углеродистый | | | 1 | | | | |
| | | МИКРОСХЕМЫ | | | | | | | | |
| | | DA1 | XTR111AIDGQT, Прецизионный преобразователь-передатчик напряжение-ток | | | 1 | | | | |
| | | DA2 | LM317AEMP/NOPB, 3-х выводной регулятор напряжения с установкой выходного напряжения 1.2В...37В, 1А, [SOT-223] | | | 1 | | | | |
| Подп. и дата | | ТРАНЗИСТОРЫ | | | | | | | | |
| | | VT1 | 2SA1837(F.M), Транзистор PNP 230В 1А [ТО-220FP] | | | 1 | | | | |
| | | VT2 | IRF9520PBF, Транзистор, Р-канал 100В 6.8А [ТО-220AB] | | | 1 | | | | |
| | | ДИОДЫ | | | | | | | | |
| | | VD1,VD2 | KC175A пластик, Стабилитрон 7.5В при Iст=5мА, 0.15Вт [КД-25] | | | 2 | | | | |
| | | VD3,VD4 | 1N4004, Диод выпрямительный 1А 400В [DO-41] | | | 2 | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Взам. инв. № | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Подп. и дата | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Инв. № подл. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



| | | | | | | | |
|-----------|-----------------|----------|---------|------|--|------|--------|
| | | | | | ФЮРА.464512 002 ЭЗ | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Принципиальная электрическая схема микроконтроллерного устройства удаленного контроля положения ПБВ. | | |
| Разраб. | Якубовский А.М. | | | | | | |
| Провер. | Ким В.Л. | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | |
| Утверд. | | | | | | | |
| | | | | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | | 0 | 1 | 1 |
| | | | | | ТПУ гр.3-8В41 | | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|--------------|---|---|--|------|------------|--|--|--|
| Приложение Г | | № | Наименование | | | Кол. | Примечание | | | |
| | | КОНДЕНСАТОРЫ | | | | | | | | |
| | | C1,C4 | K10-17Б имп. 0.1 мкФ X7R,10%, 0805, Конденсатор керамический выводной | | | 2 | | | | |
| | | C2 | ECAP (K50-35 мини), 4.7 мкФ, 50 В, 4x7мм, Конденсатор электролитический алюминиевый миниатюрный | | | 1 | | | | |
| | | C3 | K73-17 имп, 0.01 мкФ, 100 В, 5-10%, Конденсатор металлоплёночный | | | 1 | | | | |
| | | C5,C6 | K10-17Б M47 20пФ, 5%, Конденсатор керамический выводной | | | 2 | | | | |
| | | C7 | ECAP (K50-35 мини), 100 мкФ, 10 В, 5x7мм, Конденсатор электролитический алюминиевый миниатюрный | | | 1 | | | | |
| | | РЕЗИСТОРЫ | | | | | | | | |
| | | R1 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 10 кОм, 5%, Резистор углеродистый | | | 1 | | | | |
| | | R2,R3 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 270 Ом, 5%, Резистор углеродистый | | | 2 | | | | |
| | | R4,R6 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 180 Ом, 5%, Резистор углеродистый | | | 2 | | | | |
| | | R5,R7 | CF-100 (C1-4) 1 Вт, 130 Ом, 5%, Резистор углеродистый | | | 2 | | | | |
| | | МИКРОСХЕМЫ | | | | | | | | |
| | | DD1 | FT232RL-REEL, Преобразователь USB-UART, реж.Bit Bang, Ind EEPROM-1K [SSOP-28] | | | 1 | | | | |
| | | DD2 | ATmega8L-8PU, Микроконтроллер 8-Бит, AVR, 8МГц, 8КБ Flash [DIP-28] | | | 1 | | | | |
| | | DD3,DD4 | ПСТ | | | 2 | | | | |
| КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ | | | | | | | | | | |
| ZQ1 | AS-12.000-18-SMD-TR, CRYSTAL, 18PF, SMD | | | 1 | | | | | | |
| РАЗЪЕМЫ | | | | | | | | | | |
| XP1 | MC32597, Разъем USB, USB Типа B, USB 2.0, Гнездо, 4 вывод(-ов), Монтаж в Сквозное Отверстие, Вертикальный | | | 1 | | | | | | |
| ДИОДЫ | | | | | | | | | | |
| VD1,VD2 | 1N4448, Диод 150mA 100В | | | 2 | | | | | | |
| ПРЕДОХРАНИТЕЛИ | | | | | | | | | | |
| F1 | MF-R050, 0.5 А, Предохранитель самовосстанавливающийся, MultiFuse | | | 1 | | | | | | |
| ДАТЧИКИ | | | | | | | | | | |
| SW1,SW2 | Магниточувствительный датчик MS AC2A-43-S4 | | | 2 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Листинг программы микроконтроллера

```
/******
```

```
This program was created by the  
CodeWizardAVR V3.12 Advanced  
Automatic Program Generator  
© Copyright 1998-2014 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
http://www.hpinfotech.com
```

```
Chip type           : ATmega8  
Program type        : Application  
AVR Core Clock frequency: 12,000000 MHz  
Memory model         : Small  
External RAM size    : 0  
Data Stack size      : 256
```

```
*****/
```

```
#include <mega8.h>  
#include <delay.h>  
#include <stdio.h>
```

```
#define IN0 PINC.0 //gerkon 1  
#define IN1 PINC.1 //gerkon 2  
#define TIME 2000 //delay ms
```

```
unsigned char status=0;  
unsigned char buf[16];  
unsigned int tik=0;
```

```
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)  
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)  
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)  
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)  
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)  
#define RX_BUFFER_SIZE 8  
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];
```

```
#if RX_BUFFER_SIZE <= 256  
unsigned char rx_wr_index=0,rx_rd_index=0;  
#else  
unsigned int rx_wr_index=0,rx_rd_index=0;  
#endif
```

```
#if RX_BUFFER_SIZE < 256  
unsigned char rx_counter=0;  
#else  
unsigned int rx_counter=0;  
#endif
```

```
bit rx_buffer_overflow;
```

```
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
    char status,data;
    status=UCSRA;
    data=UDR;
    if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR | DATA_OVERRUN))==0)
    {
        rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
        #if RX_BUFFER_SIZE == 256

            if (++rx_counter == 0) rx_buffer_overflow=1;
        #else
            if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
            if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)
            {
                rx_counter=0;
                rx_buffer_overflow=1;
            }
        #endif
    }
}
```

```
#ifndef _DEBUG_TERMINAL_IO_
```

```
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
    char data;
    while (rx_counter==0);
    data=rx_buffer[rx_rd_index++];
    #if RX_BUFFER_SIZE != 256
    if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
    #endif
    #asm("cli")
    --rx_counter;
    #asm("sei")
    return data;
}
#pragma used-
#endif
```

```
void send_str(unsigned char *s, char usart)
{
    switch(usart)
    {
        case 0: while (*s != 0) putchar(*s++); break;
    }
}
```

```

}

void pr()
{

    if(IN0==0&&IN1==0)
    {
        status=0;
    }
    else
    {
        if(IN0==0&&IN1==1)
        {
            status=1;
        }
        else
        {
            status=2;
        }
    }

}

if(tik>=TIME)
{
    sprintf(buf,"IOTR=%i.",status);
    send_str(buf,0);
    tik=0;
}
else
{
    tik++;
}

    delay_ms(1);
}

void main(void)
{

    DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) | (0<<DDB3) | (0<<DDB2) |
    (0<<DDB1) | (0<<DDB0);
    PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) |
    (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1) | (0<<PORTB0);

    DDRC=(0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) | (0<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) |
    (0<<DDC0);
    PORTC=(0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (0<<PORTC2) |
    (1<<PORTC1) | (1<<PORTC0);

```


$DDRD = (0 \ll DDD7) \mid (0 \ll DDD6) \mid (0 \ll DDD5) \mid (0 \ll DDD4) \mid (0 \ll DDD3) \mid (0 \ll DDD2) \mid (0 \ll DDD1) \mid (0 \ll DDD0);$
 $PORTD = (0 \ll PORTD7) \mid (0 \ll PORTD6) \mid (0 \ll PORTD5) \mid (0 \ll PORTD4) \mid (0 \ll PORTD3) \mid (0 \ll PORTD2) \mid (0 \ll PORTD1) \mid (0 \ll PORTD0);$

$TCCR0 = (0 \ll CS02) \mid (0 \ll CS01) \mid (0 \ll CS00);$
 $TCNT0 = 0x00;$

$TCCR1A = (0 \ll COM1A1) \mid (0 \ll COM1A0) \mid (0 \ll COM1B1) \mid (0 \ll COM1B0) \mid (0 \ll WGM11) \mid (0 \ll WGM10);$
 $TCCR1B = (0 \ll ICNC1) \mid (0 \ll ICES1) \mid (0 \ll WGM13) \mid (0 \ll WGM12) \mid (0 \ll CS12) \mid (0 \ll CS11) \mid (0 \ll CS10);$
 $TCNT1H = 0x00;$
 $TCNT1L = 0x00;$
 $ICR1H = 0x00;$
 $ICR1L = 0x00;$
 $OCR1AH = 0x00;$
 $OCR1AL = 0x00;$
 $OCR1BH = 0x00;$
 $OCR1BL = 0x00;$

$ASSR = 0 \ll AS2;$
 $TCCR2 = (0 \ll PWM2) \mid (0 \ll COM21) \mid (0 \ll COM20) \mid (0 \ll CTC2) \mid (0 \ll CS22) \mid (0 \ll CS21) \mid (0 \ll CS20);$
 $TCNT2 = 0x00;$
 $OCR2 = 0x00;$

$TIMSK = (0 \ll OCIE2) \mid (0 \ll TOIE2) \mid (0 \ll TICIE1) \mid (0 \ll OCIE1A) \mid (0 \ll OCIE1B) \mid (0 \ll TOIE1) \mid (0 \ll TOIE0);$

$MCUCR = (0 \ll ISC11) \mid (0 \ll ISC10) \mid (0 \ll ISC01) \mid (0 \ll ISC00);$

$UCSRA = (0 \ll RXC) \mid (0 \ll TXC) \mid (0 \ll UDRE) \mid (0 \ll FE) \mid (0 \ll DOR) \mid (0 \ll UPE) \mid (0 \ll U2X) \mid (0 \ll MPCM);$
 $UCSRB = (1 \ll RXCIE) \mid (0 \ll TXCIE) \mid (0 \ll UDRIE) \mid (1 \ll RXEN) \mid (1 \ll TXEN) \mid (0 \ll UCSZ2) \mid (0 \ll RXB8) \mid (0 \ll TXB8);$
 $UCSRC = (1 \ll URSEL) \mid (0 \ll UMSEL) \mid (0 \ll UPM1) \mid (0 \ll UPM0) \mid (0 \ll USBS) \mid (1 \ll UCSZ1) \mid (1 \ll UCSZ0) \mid (0 \ll UCPOL);$
 $UBRRH = 0x00;$
 $UBRRL = 0x4D;$

$ACSR = (1 \ll ACD) \mid (0 \ll ACBG) \mid (0 \ll ACO) \mid (0 \ll ACI) \mid (0 \ll ACIE) \mid (0 \ll ACIC) \mid (0 \ll ACIS1) \mid (0 \ll ACIS0);$

```
SFIOR=(0<<ACME);
```

```
ADCSRA=(0<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADFR) | (0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (0<<ADPS2) |  
(0<<ADPS1) | (0<<ADPS0);
```

```
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) | (0<<CPOL) | (0<<CPHA) |  
(0<<SPR1) | (0<<SPR0);
```

```
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) | (0<<TWEN) | (0<<TWIE);
```

```
#asm("sei")
```

```
while (1)  
{  
    pr();  
}  
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Листинг программы верхнего уровня

```
//-----  
#include <vcl.h>  
#include <winbase.h>  
#include <windows.h>  
#include <stdio.h>  
#include <string.h>  
#pragma hdrstop  
  
#include "rs.h"  
//-----  
#pragma package(smart_init)  
#pragma resource "*.dfm"  
TForm1 *Form1;  
  
#define SIZE_BIT 7  
#define BUFSIZE 25  
OVERLAPPED overlapped;  
OVERLAPPED overlappedwr;  
DWORD WINAPI ReadThread(LPVOID);  
DWORD WINAPI WriteThread(LPVOID);  
unsigned char bufrd[BUFSIZE], bufwr[BUFSIZE];  
unsigned long counter;  
HANDLE COMport;  
HANDLE reader;  
HANDLE writer;  
char flag_port, flag_otveta, flag_r;  
AnsiString status;  
  
void COMOpen(void);  
void COMClose(void);  
void ReadPrinting(void);  
  
//-----  
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)  
: TForm(Owner)  
{  
}  
//-----  
//-----  
void SendPort()  
{  
    flag_r=0;  
    memset(bufwr,0,BUFSIZE);  
    PurgeComm(COMport, PURGE_TXCLEAR);  
    strcpy(bufwr,Form1->edt1->Text.c_str());  
    ResumeThread(writer);
```

```

}
//-----

DWORD WINAPI ReadThread(LPVOID)
{
    COMSTAT comstat;
    DWORD btr, temp, mask, signal;
    overlapped.hEvent = CreateEvent(NULL, true, true, NULL);
    SetCommMask(COMport, EV_RXCHAR);
    while(1)
    {
        WaitCommEvent(COMport, &mask, &overlapped);
        signal = WaitForSingleObject(overlapped.hEvent, INFINITE);
        if(signal == WAIT_OBJECT_0)
        {
            if(GetOverlappedResult(COMport, &overlapped, &temp, true))
            if((mask & EV_RXCHAR)!=0)
            {
                ClearCommError(COMport, &temp, &comstat);
                btr = comstat.cbInQue;
                if(btr>=SIZE_BIT)
                {
                    ReadFile(COMport, bufrd, btr, &temp, &overlapped);
                    counter=btr;
                    ReadPrinting();
                    Form1->lbl1->Caption = "Принято " + IntToStr(counter) + " байт";
                    flag_otveta=1;
                }
            }
        }
    }
}

//-----

DWORD WINAPI WriteThread(LPVOID)
{
    DWORD temp, signal;
    overlappedwr.hEvent = CreateEvent(NULL, true, true, NULL);
    while(1)
    {
        WriteFile(COMport, bufwr, strlen(bufwr), &temp, &overlappedwr);
        signal = WaitForSingleObject(overlappedwr.hEvent, INFINITE);
        if((signal == WAIT_OBJECT_0) && (GetOverlappedResult(COMport, &overlappedwr,
        &temp, true)))
        {
            flag_otveta=0;
        }
        SuspendThread(writer);
    }
}

void ReadPrinting()
{

```

```

AnsiString rx;
rx=(char*)bufrd;
Form1->edt1->Text=rx;
status = rx[6];
Form1->lbl2->Caption="Режим: "+status;
memset(bufrd, 0, BUFSIZE);

```

```

    if(status=="1")
    {
        Form1->img1->Visible=True;
        Form1->img2->Visible=False;
        Form1->img3->Visible=False;
    }
    else if(status=="0")
    {
        Form1->img1->Visible=False;
        Form1->img2->Visible=True;
        Form1->img3->Visible=False;
    }
    else if(status=="2")
    {
        Form1->img1->Visible=False;
        Form1->img2->Visible=False;
        Form1->img3->Visible=True;
    }
}
//-----

```

```

void COMOpen()
{
    String portname;
    DCB dcb;
    COMMTIMEOUTS timeouts;
    portname =Form1->cbb1->Text;

    COMport = CreateFile(portname.c_str(),GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, 0, NULL,
    OPEN_EXISTING,FILE_FLAG_OVERLAPPED, NULL);
    if(COMport == INVALID_HANDLE_VALUE)
    {
        Form1->lbl1->Caption = "Не удалось!";
        return;
    }
    else
    {
        flag_port=1;
        Form1->lbl1->Caption = "Соединение установлено!";
        Form1->btn1->Caption="Разъединить";
    }
    dcb.DCBlength = sizeof(DCB);
    if(!GetCommState(COMport, &dcb))

```

```

{
    COMClose();
    Form1->lbl1->Caption = "Не считан DCB!";
    return;
}

dcb.BaudRate = StrToInt(Form1->cbb2->Text);
dcb.fBinary = TRUE;
dcb.fOutxCtsFlow = FALSE;
dcb.fOutxDsrFlow = FALSE;
dcb.fDtrControl = DTR_CONTROL_DISABLE;
dcb.fDsrSensitivity = FALSE;
dcb.fNull = FALSE;
dcb.fRtsControl = RTS_CONTROL_DISABLE;
dcb.fAbortOnError = FALSE;
dcb.ByteSize = 8;
dcb.Parity = 0;
dcb.StopBits = 0;

if(!SetCommState(COMport, &dcb))
{
    COMClose();
    Form1->lbl1->Caption = "Не установлен DCB!";
    return;
}

timeouts.ReadIntervalTimeout = 0;
timeouts.ReadTotalTimeoutMultiplier = 0;
timeouts.ReadTotalTimeoutConstant = 0;
timeouts.WriteTotalTimeoutMultiplier = 0;
timeouts.WriteTotalTimeoutConstant = 0;

if(!SetCommTimeouts(COMport, &timeouts))
{
    COMClose();
    Form1->lbl1->Caption = "Тайм-аут ERROR!";
    return;
}

SetupComm(COMport,200,200);
PurgeComm(COMport, PURGE_RXCLEAR);
reader = CreateThread(NULL, 0, ReadThread, NULL, 0, NULL);
writer = CreateThread(NULL, 0, WriteThread, NULL, CREATE_SUSPENDED, NULL);

}
//-----

void COMClose()
{
    if(writer)
    {
        TerminateThread(writer,0);
        CloseHandle(overlappedwr.hEvent);
    }
}

```

```

        CloseHandle(writer);
    }
    if(reader)
    {
        TerminateThread(reader,0);
        CloseHandle(overlapped.hEvent);
        CloseHandle(reader);
    }
    CloseHandle(COMport);
    COMport=0;
    Form1->btn1->Caption="Соединение";
    status="0";
    Form1->img1->Visible=False;
    Form1->img2->Visible=False;
    Form1->img3->Visible=False;
    flag_port=0;
}
void __fastcall TForm1::FormClose(TObject *Sender, TCloseAction &Action)
{
    if( flag_port==1)
    {
        if(writer)
        {
            TerminateThread(writer,0);
            CloseHandle(overlappedwr.hEvent);
            CloseHandle(writer);
        }
        if(reader)
        {
            TerminateThread(reader,0);
            CloseHandle(overlapped.hEvent);
            CloseHandle(reader);
        }
        CloseHandle(COMport);
        COMport=0;
        flag_port=0;
    }
}
//-----
void __fastcall TForm1::btn1Click(TObject *Sender)
{
    if( flag_port==0)
    {
        COMOpen();
        counter = 0;
    }
    else
    {
        COMClose();
    }
}
//-----

void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{

```

```
Form1->img1->Visible=False;  
Form1->img2->Visible=False;  
Form1->img3->Visible=False;  
}  
//-----
```